

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-012255

(43)Date of publication of application : 16.01.1998

(51)Int.Cl.

H01M 8/04

B63H 20/24

F01K 23/10

F01N 7/00

F02C 7/22

H01M 8/00

H01M 8/06

(21)Application number : 08-155783

(71)Applicant : TOKYO ELECTRIC POWER CO
INC:THE
MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 17.06.1996

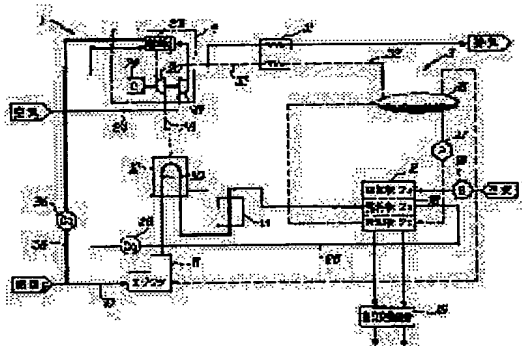
(72)Inventor : OYAMA KIMITO

(54) FUEL CELL GENERATING SYSTEM AND COMPOUND GENERATING PLANT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To rapidly enhance generating efficiency and operating efficiency, operability, etc., of a fuel cell, by effectively utilizing unreacted hydrogen discharged from a fuel cell main unit.

SOLUTION: A fuel cell generating system 1 is provided with a fuel cell main unit 2 having a fuel electrode 2a and an air electrode 2b and a reforming means (120 reformer, 13: carbon monoxide transformer) producing reformed gas by reforming fuel gas 10, in this system, the following improving means is adopted: in a combustor 23, unreacted reformed gas discharged from the fuel electrode 2a, without reaction with air, is burned by air 21 to generate energy. This energy is utilized, a turbine main unit 20 is operated, generation is performed by a generator 22. Combustion gas, generated according to driving of the turbine main unit 20 to decrease a temperature, is fed to the reformer 12 through a discharge gas line 28, to be utilized as a reforming heat source for city gas.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

06.03.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-12255

(43) 公開日 平成10年(1998) 1月16日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 M 8/04			H 0 1 M 8/04	J
B 6 3 H 20/24			F 0 1 K 23/10	Z
F 0 1 K 23/10			F 0 1 N 7/00	A
F 0 1 N 7/00			F 0 2 C 7/22	D
F 0 2 C 7/22			H 0 1 M 8/00	Z

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平8-155783

(22) 出願日 平成8年(1996) 6月17日

(71) 出願人 000003687

東京電力株式会社

東京都千代田区内幸町1丁目1番3号

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 大山 公人

神奈川県横浜市鶴見区江ヶ崎町4番1号

東京電力株式会社エネルギー・環境研究所
内

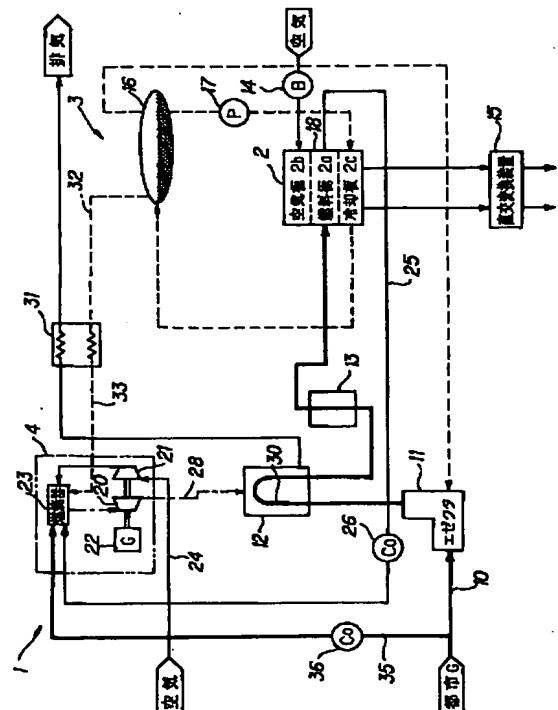
(74) 代理人 弁理士 波多野 久 (外1名)

(54) 【発明の名称】 燃料電池発電システム及び複合発電プラント

(57) 【要約】

【課題】 発電効率や燃料電池の運転効率等を飛躍的に高める複合発電プラントを提供する。

【解決手段】 燃料極2aと空気極2bとを有する燃料電池本体2及び燃料ガスを改質して改質ガスを生成する改質手段(改質器12、一酸化炭素変成器13)を備え、燃料極2aに供給された改質ガスと空気極2bにブローア14を介して供給された空気とを電気化学反応させて電気エネルギーを発生する燃料電池発電部3と、空気と反応せずに燃料極2aから排出された未反応改質ガスを燃焼させ、その燃焼ガスに基づいて電気エネルギーを発生するガスタービン発電機4と、燃焼により排出された排出ガスを改質手段の改質器12に供給する排出ガスライン28とを備えている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 燃料極と空気極とを有する燃料電池本体と、燃料ガスを改質して改質ガスを生成する改質手段とを備え、前記燃料極に供給された改質ガスと前記空気極に供給された空気とを電気化学反応させて電気エネルギーを発生する燃料電池発電システムにおいて、前記空気と反応せずに前記燃料極から排出された未反応改質ガスを燃焼させてエネルギーを発生させるエネルギー発生手段と、前記燃焼により排出された排出ガスを前記改質手段に供給する排出ガス供給手段とを備え、前記改質手段は、前記燃料ガスと前記排出ガスを熱交換して当該燃料ガスを改質する熱交換型改質器を備えたことを特徴とする燃料電池発電システム。

【請求項2】 前記熱交換型改質器は、前記燃料ガスを通して改質作用を発生させる改質管を有し、前記改質管を、燃焼型改質器の改質管よりも耐温度性の低い材質で生成した請求項1記載の燃料電池発電システム。

【請求項3】 燃料極と空気極とを有する燃料電池本体及び燃料ガスを改質して改質ガスを生成する改質手段を備え、前記燃料極に供給された改質ガスと前記空気極に供給された空気とを電気化学反応させて電気エネルギーを発生する燃料電池発電システムと、前記空気と反応せずに前記燃料極から排出された未反応改質ガスを燃焼させ、その燃焼ガスに基づいて電気エネルギーを発生するガスタービン発電機と、前記燃焼により排出された排出ガスを前記改質手段に供給する排出ガス供給手段とを備えたことを特徴とする複合発電プラント。

【請求項4】 前記改質手段は、前記燃料ガスと前記排出ガスを熱交換させて当該燃料ガスを改質する熱交換型改質器を備えた請求項3記載の複合発電プラント。

【請求項5】 前記改質手段に供給される燃料ガスの一部を分岐して前記ガスタービン発電機に供給する分岐供給手段を備えた請求項4記載の複合発電プラント。

【請求項6】 前記燃料電池本体は冷却板を有するとともに、前記冷却板に冷却水を供給して前記電気化学反応時に生じた熱を吸収させ、その熱吸収により加熱された冷却水を水蒸気と水とに分離し、分離された水を冷却板に再度供給する冷却水循環供給手段と、前記分離された水蒸気を前記ガスタービン発電機に供給する水蒸気供給手段を備えた請求項5記載の複合発電プラント。

【請求項7】 前記水蒸気供給手段は、前記改質器の改質作用に用いられて当該改質器から排出された排ガスと前記分離された水蒸気とを熱交換する熱交換手段と、熱交換により加熱された加熱水蒸気の中の少なくとも一部を前記ガスタービン発電機に供給する加熱水蒸気供給手段とを備えた請求項6記載の複合発電プラント。

【請求項8】 前記ガスタービン発電機は、発電機と、この発電機の動力エネルギーを生成するタービン本体と、外空気を圧縮して高圧ガスを生成するコンプレッサと、前記高圧ガス、前記未反応改質ガス、前記分岐され

た一部の燃料ガス、及び前記水蒸気を燃焼させて高圧燃焼ガスを生成し、この高圧燃焼ガスを前記タービン本体に供給して当該タービン本体を駆動させる燃焼器とを備え、前記タービン本体の駆動により排出された排出ガスを前記改質手段に供給するように構成される一方、前記コンプレッサの圧縮比を通常の高圧タービン発電機が有するコンプレッサの圧縮比よりも低く設定した請求項7記載の複合発電プラント。

【請求項9】 前記燃料極に供給された燃料ガスと前記燃料極から排出された未反応改質ガスとの比を表す燃料利用率を、通常の高圧燃料電池本体の燃料利用率よりも低く設定した請求項8記載の複合発電プラント。

【請求項10】 前記改質器から排出された排ガスと前記コンプレッサから前記燃焼器へ送られる高圧ガス、前記燃料極から前記燃焼器へ送られる未反応水素ガス、及び前記分岐された一部の燃料ガスの中の少なくとも一方とを熱交換する熱交換手段を備え、熱交換により加熱された高圧ガス、未反応改質ガス、及び分岐された燃料ガスの一部の中の少なくとも一方を前記燃焼器に送るようにした請求項7乃至9の内の何れか1項記載の複合発電プラント。

【請求項11】 前記タービン本体の駆動により排出された排出ガスを燃焼する燃焼器を備え、この燃焼器により燃焼された排出ガスを前記改質器に送るようにした請求項7乃至10の内の何れか1項記載の複合発電プラント。

【請求項12】 前記燃料極から前記ガスタービン発電機へ前記未反応改質ガスを供給する未反応改質ガス供給ラインを設け、このライン上に当該未反応改質ガスを昇圧する昇圧コンプレッサを設けた請求項3乃至11の内の何れか1項記載の複合発電プラント。

【請求項13】 前記分岐供給手段は、前記改質手段に供給される燃料ガスの一部を分岐して前記ガスタービン発電機へ接続する分岐ラインと、この分岐ライン上に設けられ当該分岐された一部の燃料ガスを昇圧させる昇圧コンプレッサとを備えた請求項3乃至12の内の何れか1項記載の複合発電プラント。

【請求項14】 熱エネルギーを回収して温熱利用する熱回収装置を備え、前記加熱水蒸気供給手段は、前記熱交換により加熱された加熱水蒸気内の所要量を前記ガスタービン発電機に供給し、残りの加熱水蒸気を前記熱回収装置に供給する併給手段を備えた請求項7記載の複合発電プラント。

【請求項15】 前記燃料電池本体はリン酸型燃料電池本体である請求項3乃至14の内の何れか1項記載の複合発電プラント。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、燃料ガスから得られた水素と空気から得られた酸素とを電気化学反応させ

て直接電気エネルギーを発生させる燃料電池発電システム及び複合発電プラントに係わり、特に、燃料電池発電システムから出力された未反応水素を効果的に利用して発電効率や燃料電池の運用効率等を大幅に向上させた燃料電池発電システム及び複合発電プラントに関する。

【0002】

【従来の技術】燃料電池発電システムは、水素と酸素との電気化学反応により直接電気エネルギーを発生させる発電システムであり、このような燃料電池発電システムは、小容量ながら高い発電効率を得られ、その上環境への影響が少ない等の利点があるため、21世紀に向けての新しい発電システムとして現在盛んに開発が進められている。

【0003】ところで、燃料電池発電システムには、大別して燃料ガス（天然ガス、LPG等）や空気を加圧して反応させる加圧式燃料電池発電システムと、常圧の燃料ガス及び空気を反応させる常圧式燃料電池発電システムとがある。

【0004】加圧式燃料電池発電システムは、上述したように燃料ガスをコンプレッサで加圧し、さらに空気をターボコンプレッサで加圧することにより、燃料電池本体における電気化学反応を良好に行なわせ、発電効率を高めるといった利点を有している。

【0005】しかしながら、ターボコンプレッサ及びそのターボコンプレッサ制御用の機器等が必要であるためシステム全体の大型化を招き、さらにターボコンプレッサの制御が困難であるといった問題点も生じていた。

【0006】一方、常圧式燃料電池発電システムは、燃料ガス及び空気を常圧の状態では反応させるものであり、ターボコンプレッサ等の機器を必要とせず簡便なシステム構成を実現することができるため、近年、実用化に向けた研究開発が進められている。

【0007】このような常圧式燃料電池発電システムの概略構成を図11に示す。図11によれば、常圧式燃料電池発電システム70は、燃料ガスとして各ガス会社から供給される都市ガスを用いることができる。すなわち、システムに供給された都市ガスは改質器71へ送られて改質され、この結果水素ガスが生成される。生成された水素ガスは、燃料電池本体（以下、単に燃料電池ともいう）72の燃料極72aへ送られる。一方、空気は、送風ブロア等を介して燃料電池72の空気極72bへ送られる。

【0008】燃料極72aへ送られた水素ガスは燃料極72aの触媒作用により水素イオンとなり、空気極72bに送られた空気中の酸素は、空気極72bの触媒作用により酸素イオンとなる。この水素イオンは、電解質質を通して空気極72bで酸素イオンと電気化学反応し、その結果水が生成されるとともに、両極間に電気（直流）が発生する。この発生した直流電気をインバータ等を備えた図示しない直交変換装置により直交変換するこ

とにより、交流電気が生成される。

【0009】燃料極72aへ送られた水素ガスは、全て反応されるのではなく、燃料極72aへ供給された水素ガスの内約15%～20%の水素ガスが未反応のまま残される。この未反応水素ガスは、改質器71に送られて燃焼されることにより、上述した改質器71の改質に用いられる。

【0010】また、燃料電池72における発電時に生じた熱は、冷却板72cに通された冷却により吸収冷却される。この吸収冷却により加熱された冷却水は、蒸気分離器73に送られて水と蒸気に分離される。分離された水は、冷却板72cに戻されて再度冷却に供され、また分離された水蒸気は、図示しない熱回収装置等に送られて熱エネルギーが回収される。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】上述したように、従来の常圧式燃料電池発電システムは、加圧式燃料電池発電システムと比べてシステム構成の簡便さ等の長所を有しているが、その反面、発電効率が加圧式と比べて低いという課題を有していた。このため、発電効率を少なくとも加圧式と同程度、あるいはそれ以上にすることが、常圧式燃料電池発電システムの実用性や経済性を向上させるために熱望されていた。

【0012】本発明は上述した事情に鑑みてなされたもので、燃料電池本体から排出された未反応水素を有効に利用することにより、発電効率や燃料電池の運転効率、運用性等を飛躍的に高めることを可能にした燃料電池発電システム及び複合発電プラントを提供することをその目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成させるため、本発明者等は、燃料電池本体の燃料極出口から排出された未反応改質ガスの燃焼温度が約1250℃であるのに対し、改質器の改質に必要な温度が約800～850℃であり、大きな差（温度ギャップ）があることに着目した。つまり、従来では、未反応改質ガスが折角有している高温燃焼エネルギーをその温度より低くても十分利用可能な改質器の改質にのみ利用していたため、その温度ギャップ分のエネルギーロスが生じていた。

【0014】そこで、本発明者等は、高温燃焼エネルギーを有する未反応水素ガスをガスタービン発電機等により燃焼させて電気エネルギーを発生し、燃焼により生じた改質に必要な温度域を有する排ガスを改質器に供給することにより、エネルギーロスをほとんど生じることのない画期的な発電プラントを考案した。

【0015】また、改質器の改質作用を、従来のような未反応改質ガスの燃焼に基づくものではなく、ガスタービン発電機等から送られた排ガスと燃料ガスとを熱交換させて行なうことにしたため、改質器自体の構造設計を容易にし、コスト削減を可能にした。

【0016】すなわち、請求項1記載の燃料電池発電システムでは、燃料極と空気極とを有する燃料電池本体と、燃料ガスを改質して改質ガスを生成する改質手段とを備え、前記燃料極に供給された改質ガスと前記空気極に供給された空気とを電気化学反応させて電気エネルギーを発生する燃料電池発電システムにおいて、前記空気と反応せずに前記燃料極から排出された未反応改質ガスを燃焼させてエネルギーを発生させるエネルギー発生手段と、前記燃焼により排出された排出ガスを前記改質手段に供給する排出ガス供給手段とを備え、前記改質手段は、前記燃料ガスと前記排出ガスとを熱交換して当該燃料ガスを改質する熱交換型改質器を備えている。

【0017】請求項2記載の燃料電池発電システムでは、前記熱交換型改質器は、前記燃料ガスを通して改質作用を発生させる改質管を有し、前記改質管を、燃焼型改質器の改質管よりも耐温度性の低い材質で生成している。

【0018】また、請求項3記載の複合発電プラントでは、燃料極と空気極とを有する燃料電池本体及び燃料ガスを改質して改質ガスを生成する改質手段を備え、前記燃料極に供給された改質ガスと前記空気極に供給された空気とを電気化学反応させて電気エネルギーを発生する燃料電池発電システムと、前記空気と反応せずに前記燃料極から排出された未反応改質ガスを燃焼させ、その燃焼ガスに基づいて電気エネルギーを発生するガスタービン発電機と、前記燃焼により排出された排出ガスを前記改質手段に供給する排出ガス供給手段とを備えている。

【0019】請求項4記載の複合発電プラントでは、前記改質手段は、前記燃料ガスと前記排出ガスとを熱交換させて当該燃料ガスを改質する熱交換型改質器を備えている。

【0020】請求項5記載の複合発電プラントでは、前記改質手段に供給される燃料ガスの一部を分岐して前記ガスタービン発電機に供給する分岐供給手段を備えている。

【0021】請求項6記載の複合発電プラントでは、前記燃料電池本体は冷却板を有するとともに、前記冷却板に冷却水を供給して前記電気化学反応時に生じた熱を吸収させ、その熱吸収により加熱された冷却水を水蒸気と水とに分離し、分離された水を冷却板に再度供給する冷却水循環供給手段と、前記分離された水蒸気を前記ガスタービン発電機に供給する水蒸気供給手段を備えている。

【0022】請求項7記載の複合発電プラントでは、前記水蒸気供給手段は、前記改質器の改質作用に用いられて当該改質器から排出された排ガスと前記分離された水蒸気とを熱交換する熱交換手段と、熱交換により加熱された加熱水蒸気内の少なくとも一部を前記ガスタービン発電機に供給する加熱水蒸気供給手段とを備えている。

【0023】請求項8記載の複合発電プラントでは、前記ガスタービン発電機は、発電機と、この発電機の動力エネルギーを生成するタービン本体と、外空気を圧縮して高圧ガスを生成するコンプレッサと、前記高圧ガス、前記未反応改質ガス、前記分岐された一部の燃料ガス、及び前記水蒸気を燃焼させて高圧燃焼ガスを生成し、この高圧燃焼ガスを前記タービン本体に供給して当該タービン本体を駆動させる燃焼器とを備え、前記タービン本体の駆動により排出された排出ガスを前記改質手段に供給するように構成される一方、前記コンプレッサの圧縮比を通常の高圧タービン発電機が有するコンプレッサの圧縮比よりも低く設定している。

【0024】請求項9記載の複合発電プラントでは、前記燃料極に供給された燃料ガスと前記燃料極から排出された未反応改質ガスとの比を表す燃料利用率を、通常の燃料電池本体の燃料利用率よりも低く設定している。

【0025】請求項10記載の複合発電プラントでは、前記改質器から排出された排ガスと前記コンプレッサから前記燃焼器へ送られる高圧ガス、前記燃料極から前記燃焼器へ送られる未反応水素ガス、及び前記分岐された燃料ガスの一部の内の少なくとも一方とを熱交換する熱交換手段を備え、熱交換により加熱された高圧ガス、未反応改質ガス、及び分岐された一部の燃料ガスの内の少なくとも一方を前記燃焼器に送るようにしている。

【0026】請求項11記載の複合発電プラントでは、前記タービン本体の駆動により排出された排出ガスを燃焼する燃焼器を備え、この燃焼器により燃焼された排出ガスを前記改質器に送るようにしている。

【0027】請求項12記載の複合発電プラントでは、前記燃料極から前記ガスタービン発電機へ前記未反応改質ガスを供給する未反応改質ガス供給ラインを設け、このライン上に当該未反応ガスを昇圧する昇圧コンプレッサを設けている。

【0028】請求項13記載の複合発電プラントでは、前記分岐供給手段は、前記改質手段に供給される燃料ガスの一部を分岐して前記ガスタービン発電機へ接続する分岐ラインと、この分岐ライン上に設けられ当該分岐された一部の燃料ガスを昇圧させる昇圧コンプレッサとを備えている。

【0029】請求項14記載の複合発電プラントでは、熱エネルギーを回収して温熱利用する熱回収装置を備え、前記加熱水蒸気供給手段は、前記熱交換により加熱された加熱水蒸気内の所要量を前記ガスタービン発電機に供給し、残りの加熱水蒸気を前記熱回収装置に供給する供給手段を備えている。

【0030】請求項15記載の複合発電プラントでは、前記燃料電池本体はリン酸型燃料電池本体である。

【0031】本発明によれば、燃料極から排出された未反応改質ガスは、エネルギー発生装置（例えばガスタービン発電機）に送られて燃焼され、その燃焼ガスにより

発電エネルギー等のエネルギーが発生される。そして、燃焼の結果排出された排出ガスは改質器に送られて、燃料ガスとの熱交換に基づく改質作用に利用される。

【0032】したがって、未反応水素ガスが有する高温燃焼エネルギーを最大限に利用することができるため、従来の例えば加圧式燃料電池発電システム等を越えた発電効率を有する燃料電池発電システム及び複合発電プラントを提供できる。

【0033】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図面を参照して説明する。

【0034】（第1実施形態）本実施形態に係わる常圧式燃料電池発電システムの構成を図1に示す。図1によれば、常圧式燃料電池発電システム1は、例えば電解質にリン酸水溶液を用いた燃料電池本体（リン酸型燃料電池本体）2を有する燃料電池発電部3と、未反応状態で燃料電池本体2から排出された水素ガスに基づいて電気エネルギーを発電するガスタービン発電機4とを備えており、本システムは、燃料電池発電部3とガスタービン発電機4とを複合させた複合発電プラントとして構成されている。

【0035】本実施形態の燃料電池本体2による発電では、燃料ガスとして例えば当該発電システム設置場所近辺のガス会社等から送られる天然ガス（都市ガス）を用いている。すなわち、燃料電池発電部3は、ガス会社からガス供給ライン10を介して送られた燃料ガス（都市ガス）を昇圧させるエゼクタ11と、このエゼクタ11により昇圧された都市ガスを改質して改質ガス（水素ガス）を生成出力する改質器12と、この改質器12により生成された水素ガス中に含まれる一酸化炭素（CO）の濃度を0.5%以下とする一酸化炭素変成器13とを備えている。

【0036】この一酸化炭素変成器13から出力された水素ガスは、燃料電池本体2の燃料極2aに供給される。一方、燃料電池本体2の空気極2bには、送風ブロア14を介して空気が供給されるようになっている。

【0037】燃料電池本体2は、上述した燃料極2aと空気極2b、及び図示しない電解質層等を備えた積層構造の単電池（セルともいう）を多数積層してスタックを形成し、このスタックを多数配列して大容量の電池本体を構成している。

【0038】複数スタック構造の燃料電池本体2の各単電池では、従来例で述べたように、燃料極2aで生成された水素ガスに基づく水素イオンと空気極2bで生成された空気に基づく酸素イオンとが電気化学反応して水が生成されるとともに、両極間で直流電気が発生する。発生した直流電気は、インバータ等を備えた直交変換装置15により直交変換されて交流電気が生成され、各変電所等に送られるようになっている。

【0039】また、このような複数スタック構造の燃料

電池本体2においては、複数スタック毎に冷却板2cが設けられ（通常、燃料電池全体で4〜7枚程度）、この冷却板2cに冷却水（この温度を電池冷却水温度という）を通すことにより、燃料電池本体2の発電時に生じた熱を吸収冷却するようになっている。この吸収冷却により加熱された冷却水は、蒸気分離器16に送られて水と蒸気に分離され、分離された水は、冷却水循環ポンプ17により冷却板2cに戻されるようになっている。

【0040】ところで、上述した電気化学反応では、燃料電池本体2の腐食等を防止して燃料電池自体の安定性を増加させるために、ある程度の水素ガスは、未反応まま残留する。なお、通常の燃料電池本体2では、水素ガスの利用率U（燃料極の入口水素ガス量と燃料極の出口水素ガス量との比）は、通常のリン酸型燃料電池発電システムの値（ $80 \leq U(\%) \leq 85$ ）に設定されている。

【0041】そして、本システムのカスタービン発電機4は、この未反応状態で燃料極出口18から排出された燃焼温度が約1250℃の水素ガスに基づいて電気エネルギーを発電するように構成されている。

【0042】すなわち、ガスタービン発電機4は、1本の軸に取り付けられたタービン本体20、コンプレッサ（圧縮機）21、及び発電機（G）22と、タービン本体20駆動用の燃焼ガスを生成する燃焼器23とを備えている。

【0043】このガスタービン発電機4によれば、コンプレッサ21は、空気供給ライン24を介して外空気を取り入れて、圧縮するようになっている。このとき、コンプレッサ21の圧縮比Cは、ガスタービン発電機の通常の圧縮比Cn（ $1.0 \text{atg} < Cn \leq 3.0 \text{atg}$ ）よりも低い値（ $3 \text{atg} \leq C \leq 1.0 \text{atg}$ ）に設定されている。圧縮されたガスは、燃焼器23に送られる。

【0044】一方、燃料極出口18から排出された未反応水素ガスは、排出水素ガス用ライン25を介して案内され、途中昇圧コンプレッサ26により昇圧されてガスタービン発電機4の燃焼器23に送られる。燃焼器23は、送られた未反応水素ガス及び圧縮ガス等を燃焼させて高圧燃焼ガスを生成し、この高圧燃焼ガスをタービン本体20に送る。

【0045】タービン本体20は送られた高圧燃焼ガスに基づいて駆動して動力を生成し、この動力により発電機22が駆動して発電が行なわれる。

【0046】タービン本体20の駆動に伴って発生する燃焼ガスは、上述したようにコンプレッサ21の圧縮比Cが通常の圧縮比Cnよりも低い値であるため、約800〜850℃の温度を有しており、改質器12の改質に必要な温度となっている。この燃焼ガス（排出ガス）は、排出ガスライン28を介して改質器12に送られるようになっている。

【0047】改質器12は、内部に改質触媒を有する所

定長の改質管30を複数有し、エゼクタ11から送られてきた都市ガスをこの改質管30内に通すことにより、触媒作用で改質するように構成されている。

【0048】そして、本実施形態の改質器12は、上述した改質作用の発生に必要な改質管30内の都市ガスの温度上昇を、従来のような未反応水素ガスの燃焼により行うのではなく、ガスタービン発電機4から改質器12内部に供給された排出ガスと、改質管30を流れる都市ガスとを熱交換させることにより行っている。

【0049】改質器12において改質に利用された排出ガスは、熱交換器31に送られる。一方、熱交換器31には蒸気分離器16で分離された水蒸気が水蒸気供給ライン32を介して送られており、当該水蒸気と排出ガスとの間で熱交換が行われるようになっている。

【0050】熱交換により排出ガスから熱エネルギーを回収した高温の水蒸気は、図1に示すように、水蒸気供給ライン33を介してガスタービン発電機4の燃焼器23に送られて、当該ガスタービン発電機4の燃焼器23における助燃エネルギーとして利用される。

【0051】また、本構成においては、図1に示すように、ガス供給ライン10から分岐して当該ガス供給ライン10とガスタービン発電機4の燃焼器23とを接続する分岐ライン35を設け、この分岐ライン35上に昇圧コンプレッサ36を設置して、供給された燃料（都市ガス）の一部をガスタービン発電機4の燃焼器23に送るように構成されている。

【0052】すなわち、ガス供給ライン10を介して供給された都市ガスの内の一部は、分岐ライン35を介して分岐し、昇圧コンプレッサ36を介して昇圧されてガスタービン発電機4の燃焼器23に供給されて、当該ガスタービン発電機4の燃焼器23における助燃エネルギーに利用される。

【0053】次に本構成の常圧式燃料電池発電システムの作用について説明する。

【0054】本構成によれば、ガス供給ライン10を介して供給された都市ガスの内、所定量は改質器12に送られて改質され、一酸化炭素変成器13を介して水素ガスとして燃料電池本体2の燃料極2aに送られる。また、残りの都市ガスは、分岐ライン35及び昇圧コンプレッサ36を介してガスタービン発電機4に送られる。

【0055】燃料電池本体2においては、燃料極2aに送られた水素ガスと空気極2bにブロー14を介して送られた空気との電気化学反応により直流電気が生成され、直交変換装置15を介して交流電気として出力される。

【0056】このとき、燃料電池本体2の燃料極2aから排出された未反応水素は、燃焼により約1250℃の高温熱エネルギーを有しているため、この熱エネルギーの内の高温領域を主に利用してガスタービン発電機4を駆動して発電を行ない、残りの温度領域（約800℃～

850℃）を改質器12の改質に利用している。

【0057】すなわち、ガスタービン発電機4では、燃料極出口18から送られた未反応水素ガス、コンプレッサ21から送られた圧縮ガス、助燃エネルギーとして分岐ライン35を介して送られた都市ガス、及び助燃エネルギーとして蒸気分離器16から熱交換器31及び水蒸気供給ライン32、33を介して送られた高質の水蒸気が燃焼器23により燃焼されてタービン本体20駆動用の動力エネルギーが生成され、この動力エネルギーに基づいてタービン本体20が駆動して発電機（G）により発電が行なわれる。

【0058】そして、タービン本体20の駆動に伴って発生した燃焼ガスは、排出ガスライン28を介して改質器12に排出される。このとき、排出ガスは、改質器12の改質作用に十分な約800～850℃の温度の熱エネルギーを有しているため、当該改質器12へ送られた都市ガスとの間で熱交換される。この結果、都市ガスが改質される。

【0059】改質に利用された排出ガスは、熱交換器31を介して上述した水蒸気と熱交換され、さらに熱エネルギーが回収された後排気される。

【0060】ここで、都市ガスの総量（エネルギー）を100%とした場合の本構成の燃料電池発電システム1のエネルギーバランスを図2に示す。

【0061】図2によれば、都市ガス（100%）中の65%が燃料電池発電部3（図2ではFCと略記する）に投入され、35%がタービン発電機4（図2ではT/Gと略記する）に投入されている。この都市ガス（65%）に基づいて、燃料電池発電部3の直流端（DC端）では28.9%の電気エネルギーが得られ、以下、燃料電池発電部3の発電端交流出力（発端AC）では28.0%、燃料電池発電部3の送電端出力（送端AC）では27.9%の電気エネルギーが得られる。なお、INV損失とは直交変換装置15のインバータ（INV）における損失のことであり、補機損失とは図示しない補機部分の損失である。

【0062】一方、燃料極出口18からは、都市ガスのエネルギー（100%）中18.9%が未反応水素ガス（燃料極オフガス）として出力され、この未反応水素ガスがガスタービン発電機4に送られており（図中（1）参照）、また、蒸気分離器16から全体の32.3%の水蒸気がガスタービン発電機4に送られている（図中（2）参照）。

【0063】そして、ガスタービン発電機4では、上述した35%の都市ガス、18.9%の燃料極オフガス、及び32.3%の水蒸気に基づいて発電が行なわれ、タービン発電機発電端（T/G発端）で20.4%の電気エネルギー、タービン発電機送電端（T/G送電端）で19.0%の電気エネルギーが得られる。なお、空気Comp動力とは、ガスタービン発電機4のコンプレッサ

21の動力エネルギーである。

【0064】また、15.5%のガスタービン発電機4の排ガス(T/G排ガス)は、燃料電池発電部3の改質器12に送られている(図中(3)参照)。

【0065】図2によれば、燃料極出口18から排出された未反応水素ガス(燃料極オフガス)が有するエネルギー及び蒸気分離器16から送られた水蒸気が有するエネルギーを最大限に利用してガスタービン発電機4の発電効率を高めるとともに、ガスタービン発電機4から送られた排出ガスが有するエネルギーを最大限に利用して、燃料電池発電部3の発電効率を高めていることが分かる。

【0066】すなわち、本実施形態では、燃料極2aから排出された未反応水素が有する燃焼温度が約1250℃の高温熱エネルギーを、発電、改質、及び熱交換と非常に効率良く利用しているため、全体の発電効率を飛躍的に向上させることができる。

【0067】ここで、図3に本構成の燃料電池発電システム1において設定される電池冷却水温度や燃焼器23出口排ガス温度等のパラメータの値を示すとともに、そのパラメータ値を有するシステムで得られた発電端効率、及び送電端効率等を示す。なお、図3中Aは、図1の構成に基づく燃料電池発電システム、Bは、図1の構成において、燃料電池本体2における冷却板2cの枚数を増加させて電池冷却水温度を高く(セル温度は変えない)し、蒸気分離器16での発生蒸気圧力を上昇させたシステム、そしてCは、図1の構成において各パラメータ値を最大限に上昇させたシステムをそれぞれ示している。なお、図3中S/Cは、エゼクタ11におけるスチーム対カーボンのモル比である。

【0068】図3によれば、Aのシステムでは、送電端効率約46.7%、発電端効率約48.4%が得られ、Bのシステムでは、送電端効率約47.4%、発電端効率約49.3%が得られることが分かる。また、Cのシステムでは、送電端効率約47.8%、発電端効率約49.5%が得られることが分かる。

【0069】続いて、図3に示した内の燃料電池発電システムA及び燃料電池発電システムBで得られた発電効率を、従来型加圧式燃料電池発電システム及び従来型常圧式燃料電池発電システムと比較した結果を図4に示す。なお、従来型加圧式燃料電池発電システム及び従来型常圧式燃料電池発電システムとして、(1)コジェネシステム(蒸気分離器で生成された蒸気を冷水製造に用いるタイプ)と、(2)高効率システム(蒸気分離器で生成された蒸気から蒸気タービンで動力回収するタイプ)とを挙げしており、(2)は、タービン出口蒸気を冷却しなければならず、多量の冷却水を必要とする。

【0070】図4によれば、本構成の燃料電池発電システム(常圧式複合発電プラント)の発電効率は、従来のコジェネシステムの発電効率よりも大幅に向上してお

り、さらに、水蒸気から動力を回収して高発電効率化を図っている高効率システムの発電効率よりも大幅に向上していることが分かる。

【0071】以上詳述したように、本実施形態の常圧式燃料電池発電システムによれば、従来型加圧式燃料電池発電システムや従来型常圧式燃料電池発電システムを大幅に越えた48~49%の発電効率を得ることができ、そして、この発電効率は、最新の高効率火力発電(約49%の発電効率)に匹敵するものであり、常圧式燃料電池発電システムの性能及び実用性を飛躍的に高めることができる。

【0072】特に、本構成の常圧式燃料電池発電システムは、現在信頼性や発電性能等が検証されつつある常圧式リン酸型燃料電池に適用しているため、非常に実現性の高いものとなっている。

【0073】また、本構成の燃料電池発電システムによれば、ガスタービン発電機を用いており、このガスタービン発電機のkW当たりのコスト(約20~30万円/kW程度)及び設置スペース(約0.05m²/kW程度)は、燃料電池のkW当たりコスト及び設置スペースよりも低い。したがって、ガスタービン発電機を組み込んだ本システムは、リン酸型燃料電池発電システム単体(目標コスト:約10万円/kW程度、設置スペース:0.07~0.15m²/kW程度)よりもコスト、設置スペースを低減することができる。

【0074】さらに、本構成の燃料電池発電システムによれば、従来の常圧式リン酸型燃料電池発電システムと比べて、次の理由で運転特性が向上する。すなわち、従来の常圧式リン酸型燃料電池発電システムでは、エゼクタにより燃料ガス(天然ガス、都市ガス等)を昇圧/搬送しているが、昇圧力に十分な余裕がないため、燃料電池本体(スタック)内での適正な流量配分を実現するために、燃料処理系での圧力配分設計に苦心をしいられていた。

【0075】例えば、従来の常圧式リン酸型燃料電池発電システムにおいては、エゼクタの出力圧は、「0.0x気圧程度」であり、排ガスの圧力は大気圧であるため、この間の燃料電池本体や熱交換器等のシステム構成要素を介して生ずる圧損が上記大気圧と出力圧との差圧以内でないとシステムとして運用しないため、エゼクタの管理に多大な注意を払わなければならなかった。

【0076】しかしながら、本構成の燃料電池発電システムによれば、燃料極出口とガスタービン発電機の燃焼器とを接続する排水素ガス用ラインや分岐ライン上に昇圧コンプレッサを設置したため、エゼクタの昇圧能力が多少落ちて、昇圧コンプレッサの吸引力で補償されることになり、運用性を格段に向上させることができる。

【0077】そして、本構成の燃料電池発電システムによれば、従来のリン酸型燃料電池発電システムと比べ

て、次の理由で運転安定性が向上する。

【0078】すなわち、従来のリン酸型燃料電池発電システムによれば、発電効率向上のために、燃料電池本体から排出される未反応水素ガスは、改質器での燃焼に必要な最小量に抑制されている。つまり、従来のリン酸型燃料電池発電システムでは、燃料利用率 U は、「 $80 \leq U(\%) \leq 85$ 」程度に設定されており、燃料電池本体出口付近の水素ガスはかなり稀薄の状態では運転されている。しかしながら、発電効率を維持できるのであれば、燃料利用率 U を減少（例えば「 $U \approx 70\%$ 程度」）させて水素ガスの濃度を増加させることにより燃料電池本体の安定性を向上することが望まれている。

【0079】この点、本構成の燃料電池発電システムによれば、燃料利用率 U を減少（例えば「 $U \approx 70\%$ 程度」）させても、分岐ラインを介してガスタービン発電機へ送られる燃料ガスをその減少率に対応する分減少させて燃料ガスの燃料電池本体への供給量を増加させることにより、総合の発電効率を維持したままで燃料電池本体を安定的に運転させることが可能になる。

【0080】また、本構成によれば、水蒸気や燃料の一部をタービン発電機に供給可能に構成したため、改質器に送られる排出ガスの熱量を増大させることができる。したがって、タービン発電機から改質器へ送られる排出ガスの熱量が改質器における熱交換作用に必要な熱量に満たない場合においても、水蒸気や燃料ガスの燃焼に伴って排出ガスの熱量が増大するため、良好な改質作用を維持することができる。なお、水蒸気及び燃料の一部のタービン発電機への供給は、例えば未反応水素ガスに基づいて効率良く電気エネルギーが発生し、必要な熱量の排出ガスが改質器へ送られるのであれば、省略することもできる。

【0081】さらに、本構成の燃料電池発電システムによれば、タービン入口温度がタービン翼の耐熱性から上限値が制約されているため、圧縮比 C を（ $3 \text{atg} \leq C \leq 10 \text{atg}$ ）に設定して、改質器へ供給されるガスタービン出口ガスの温度を改質に必要な約 $800 \sim 850^\circ\text{C}$ に設定している。つまり、ガスタービン発電機のコンプレッサの圧縮比を通常の圧縮比 C_n （ $10 \text{atg} < C_n \leq 30 \text{atg}$ ）より低い値に設定することが可能になる。一般に、ガスタービンでは、タービン入口温度を極力上げて、且つタービン出口温度を極力下げることがその効率向上のために必要不可欠であり、このため、高効率のガスタービンであればあるほど高圧縮比のコンプレッサを有している。そして、そのような高圧縮比を有するコンプレッサを備えたガスタービン発電機を設計、製作するには、高度な設計技術、製造技術が必要であり、その分高コストとなっていた。

【0082】しかしながら、本構成のガスタービン発電機によれば、上述した高効率ガスタービン発電機等は必要なく、通常の圧縮比よりも低い圧縮比 C （ $3 \text{atg} \leq C$

$\leq 10 \text{atg}$ ）に設定されたコンプレッサを有するガスタービン発電機を設計、製作すればよい。したがって、コンプレッサ自体及びガスタービン発電機の設計、製作が容易になり、設計・製作コストが低減する。

【0083】そして、本構成の燃料電池発電システムによれば、蒸気分離器で分離された水蒸気をガスタービン発電機の助燃エネルギーとして利用しているため、従来のような電熱併給（コージェネレーション）設備を削減することができ、システム全体のコストや設置スペースを削減することができる。また、電熱併給を行わない場合には、当該燃料電池発電システムを熱需要地点近傍に併設する必要がなくなるため、システム導入地点の選択範囲を拡大することができる。

【0084】一方、本構成によれば、タービン発電機から排出された排出ガスと燃料ガス（都市ガス）とを熱交換させて燃料ガスを改質させる熱交換型改質器を用いているため、従来の燃焼型改質器を用いた場合と比べて次のような利点を有している。

【0085】すなわち、本構成の熱交換型改質器では、従来の燃焼型改質器で必要であった燃焼部や燃焼空間等を設ける必要がないため、従来の燃焼型改質器に比べてその大きさを非常にコンパクトにすることができる。

【0086】特に、本構成の改質器では、送られた排出ガスの伝熱作用により改質しており、そのような伝熱作用は、改質器全体の大きさがコンパクトであればあるほど効率が良くなるため、コンパクト化及び伝熱性能の向上を共に実現することができる。

【0087】また、従来の燃焼型改質器では、未反応水素ガスの燃焼による燃焼ガスを用いて改質しているため、その燃焼ガスは非常に高温（例えば 1300°C 程度）になる。したがって、従来の燃焼型改質器においては、改質管として耐温度性の高い高級な材質の配管を用いなければならなかった。

【0088】しかしながら、本構成の熱交換型改質器では、改質に必要な一定の温度（例えば約 850°C ）の排出ガスと都市ガス（及び触媒）との間の熱交換作用により改質しているため、耐温度性の高い高級な材質の配管を用いる必要がなく、コストの面において非常に優れている。また、高温の燃焼ガスを用いていないため、従来に比べて耐久性も向上する。

【0089】さらに、従来の燃焼型改質器では、燃焼ガスに基づく輻射伝熱により改質作用を発生させていたが、そのような燃焼ガスによる輻射伝熱では、各改質管の温度が不均一になってしまい、燃料の転換率（メタン転換率）が悪化する恐れがあった。しかしながら、本構成の熱交換型改質器によれば、排出ガスの伝熱により改質しているため、各改質管の温度を均一に上昇させることができる。このため、燃料の転換率（メタン転換率）を高く設定することが容易になる。

【0090】そして、従来の燃焼型改質器では、上述し

たように燃焼ガスに基づく改質管内の温度分布は非常に不均一になるため、一部の燃焼ガスは非常に高温になる。したがって、そのような高温の燃焼ガスに直接改質管が接触して改質管内のガスや触媒が傷まないように、当該改質管における高温の燃焼ガスが接触する部分に断熱キャップ（セラミックキャップ）を設けている。しかしながら、本構成の熱交換型改質器では、熱交換作用により改質しているため、そのような非常に高温の燃焼ガスが発生することがなく、上述した断熱キャップを設ける必要がないため、部品コストを減少させることができる。

【0091】なお、本実施形態では、熱交換装置31により熱交換により排出ガスから熱エネルギーを回収した高温の水蒸気は、ガスタービン発電機4の助燃エネルギーとして利用されたが、蒸気分離器16で分離された全ての水蒸気をガスタービン発電機4に供給せずに、一部の水蒸気を電熱併給（コージェネレーション）に利用することもできる。すなわち、図5に示すように、この常圧式燃料電池発電システム40によれば、熱交換器31とガスタービン発電機4の燃焼器23とを接続する水蒸気供給ライン32上にバルブ41を設け、蒸気分離器16で分離された水蒸気をバルブ41を介して一方は燃焼器23へ、他方は熱回収装置42に供給するように構成することもできる。このように構成すれば、送られた水蒸気は、熱回収装置42により熱エネルギーとして回収され、暖房用温水等各種の熱利用機器に利用される。

【0092】すなわち、本構成によれば、蒸気分離器16で分離された高質の水蒸気を熱併給にも利用することができ、しかも、発電及び熱併給の兼用機能がシステム構成を変えることなく（バルブ41を追加するのみ）実現することができる。また、バルブ41の絞りを制御することにより、熱回収装置42へ送られる水蒸気量を連続的に変化することも可能である。

【0093】続いて、図1に示した燃料電池発電システムの変形例を図6に示す。この燃料電池発電システム50によれば、図6に示すように、ガスタービン発電機4のコンプレッサ21により燃焼器23へ送られた圧縮ガスと改質器12から熱交換器31へ送られた排出ガスとを熱交換させる熱交換器51を設けている。なお、その他の構成は図1の構成と略同等であるため、その説明は省略する。

【0094】このように構成すれば、燃焼器23に送られる圧縮ガスは、熱交換器51を介して加熱されるため、その加熱圧縮ガスが有する熱エネルギーにより燃焼器23で生成される高圧燃焼ガスのエネルギーが増大する。したがって、タービン本体20の動力エネルギーが増大し、ガスタービン発電機4及びシステム全体の発電効率を向上させることができる。

【0095】さらに、図1に示した燃料電池発電システムの変形例を図7及び図8に示す。図7に示した燃料電

池発電システム53によれば、分岐ライン35を介してガスタービン発電機4の燃焼器23へ送られた都市ガスと改質器12から熱交換器31へ送られた排出ガスとを熱交換させる熱交換器54を設けている。また、類似した変形例として、図8に示した燃料電池発電システム55によれば、燃料極出口18から排出され、排出水素ガス用ライン25を介してガスタービン発電機4の燃焼器23へ送られた未反応水素ガスと改質器12から熱交換器31へ送られた排出ガスとを熱交換させる熱交換器56を設けている。なお、その他の構成は図1の構成と略同等であるため、その説明は省略する。

【0096】このように構成すれば、燃焼器23に送られる都市ガス又は未反応水素ガスは、熱交換器54又は56を介して加熱されるため、その加熱都市ガス又は加熱未反応水素ガスが有する熱エネルギーにより燃焼器23で生成される高圧燃焼ガスのエネルギーが増大する。したがって、タービン本体20の動力エネルギーが増大し、ガスタービン発電機4及びシステム全体の発電効率を向上させることができる。

【0097】さらにまた、図1に示した燃料電池発電システムの変形例を図9に示す。図9に示した燃料電池発電システム60によれば、排出ガスライン28の途中に、タービン本体20から排出され、排出ガスライン28を介して案内された排出ガスを燃焼して改質器12へ送る燃焼器61を設けている。この燃焼器61の燃焼エネルギーは、図9に示すように改質器12により改質された改質ガス（水素ガス）を改質ガス供給ライン62を介して供給してもよく、また、直接燃料ガス（都市ガス）を供給してもよい。なお、その他の構成は図1の構成と略同等であるため、その説明は省略する。

【0098】この図9の構成は、例えば、タービン本体20から排出された排出ガスの温度は、改質器12の改質作用に必要な温度（約800℃～850℃）を満たさない場合に適用される。すなわち、この構成によれば、タービン本体20から排出された排出ガスの温度が上記約800℃～850℃に満たない場合であっても、その排出ガスは、一度燃焼器61を介して燃焼され、上記約800℃～850℃あるいはその範囲を越える温度まで温度上昇してから改質器12へ送られるため、良好な改質作用が得られる。

【0099】なお、上述した図5～図9の各構成は、互いに組み合わせて実現することも当然可能である。

【0100】また、本実施形態によれば、蒸気分離器により分離された水蒸気を改質器の排ガスと熱交換してからガスタービン発電機に供給したが、本発明はこれに限定されるものではなく、水蒸気を直接ガスタービン発電機に供給することもできる。

【0101】さらに、本構成の燃料電池発電システムでは、ガスタービン発電機のような発電プラントではなく、その未反応水素ガスを用いて例えば熱エネルギー等

他のエネルギー発生装置を用いることもできる。

【0102】すなわち、図10に示す常圧式燃料電池発電システム65は、ガスタービン発電機4の代わりに、エネルギー発生装置66を設けている。なお、その他の構成は図1の構成と略同等であるため、その説明は省略する。

【0103】このエネルギー発生装置66は、上述した未反応水素ガス、水蒸気供給ライン33を介して供給される水蒸気、及び分岐ラインを介して送られる都市ガス等を燃焼させて例えば動力エネルギーを生成し、この動力エネルギーから電気エネルギー等のエネルギーを生成する。そして、その燃焼の結果得られた排ガス(800℃～850℃)を改質器12へ送るように構成されている。このように構成すれば、システム全体の発電効率は燃料電池本体のみとなるため減少するが、反面、他のエネルギーを生成し、そのエネルギーを有効に利用することができる。また、熱交換型改質器を用いることができるため、熱交換型改質器を用いることによる上述した様々な利点を享受することができる。

【0104】なお、本実施形態では、改質器を熱交換型改質器としたが、従来の燃焼型改質器を用いることも当然可能である。

【0105】また、本実施形態では、本発明を常圧式リン酸型燃料電池発電システムに適用した場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば、常圧式熔融炭酸塩型燃料電池発電システムや常圧式固体電解質型燃料電池発電システム等各種の燃料電池発電システムについても適用可能である。

【0106】

【発明の効果】以上述べたように、本発明の燃料電池発電システム及び複合発電プラントによれば、燃料電池本体から排出される未反応改質ガスが有する高温燃焼エネルギーを電気エネルギーや改質作用等に最大限且つ効率良く利用することができるため、従来型加圧式燃料電池発電システムや従来型常圧式燃料電池発電システムを大幅に越えた発電効率を得ることができる。この結果、燃料電池発電システムの性能及び実用性を飛躍的に高めることができる。

【0107】また、本発明の燃料電池発電システム及び複合発電プラントは、常圧式リン酸型燃料電池に適用することが可能であるため、実現性が非常に高いシステムとなっている。

【0108】さらに、本発明のガスタービン発電機を用いた複合発電プラントによれば、例えばリン酸型燃料電池発電システム単体よりもコスト、設置スペースを低減することができるため、非常に実用性の高いプラントとなる。

【0109】特に、本発明の複合発電プラントによれば、未反応改質ガス供給ライン上、あるいは分岐ライン上に昇圧コンプレッサを設けることができるため、シス

テム全体の昇圧能力が低下しても昇圧コンプレッサで補うことができ、システムの運用性が向上する。

【0110】また、本発明の複合発電プラントによれば、燃料電池本体の燃料利用率を通常の燃料電池本体の利用率よりも低下させても、その低下分に対応して燃料ガスの分岐量を低減させることにより、発電効率を維持したままでシステムを安定的に運転させることができる。

【0111】一方、本発明の燃料電池発電システム及び複合発電プラントによれば、タービン発電機(エネルギー発生装置)から排出された排出ガスと燃料ガスとを熱交換させて燃料ガスを改質させる熱交換型改質器を用いることができるため、従来の燃焼型改質器に比べて、非常にコンパクトに設計することができる。また、耐温度性設計が緩和されること等から設計が容易になり、製造コストの減少及び耐久性の向上等を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態に係わる常圧式燃料電池発電システムの概略構成を示すブロック図。

【図2】本実施形態の常圧式燃料電池発電システムのエネルギーバランスを示す図。

【図3】本実施形態の常圧式燃料電池発電システムにおけるパラメータ値及びそのパラメータ値において得られたシステムの発電効率値等を示す図。

【図4】図3に示した内の燃料電池発電システムA及び燃料電池発電システムBで得られた発電効率を従来型加圧式燃料電池発電システム及び従来型常圧式燃料電池発電システムと比較した結果を示す図。

【図5】本実施形態の常圧式燃料電池発電システムの変形例を示すブロック図。

【図6】本実施形態の常圧式燃料電池発電システムの変形例の概略構成を示すブロック図。

【図7】本実施形態の常圧式燃料電池発電システムの変形例の概略構成を示すブロック図。

【図8】本実施形態の常圧式燃料電池発電システムの変形例の概略構成を示すブロック図。

【図9】本実施形態の常圧式燃料電池発電システムの変形例の概略構成を示すブロック図。

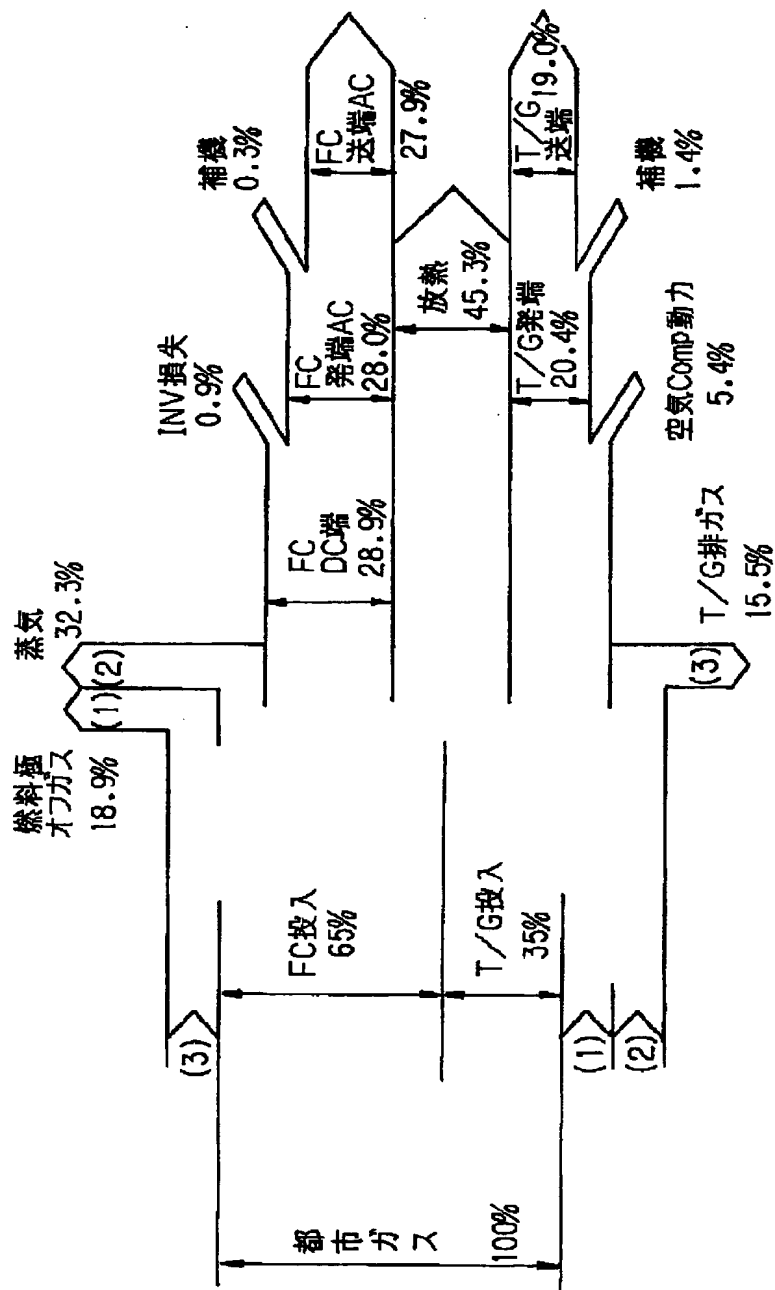
【図10】本実施形態の常圧式燃料電池発電システムの変形例の概略構成を示すブロック図。

【図11】従来の常圧式燃料電池発電システムの概略構成を示すブロック図。

【符号の説明】

- 1、40、50、53、55、65 常圧式燃料電池発電システム
- 2 燃料電池本体
- 2a 燃料極
- 2b 空気極
- 2c 冷却板
- 3 燃料電池発電部

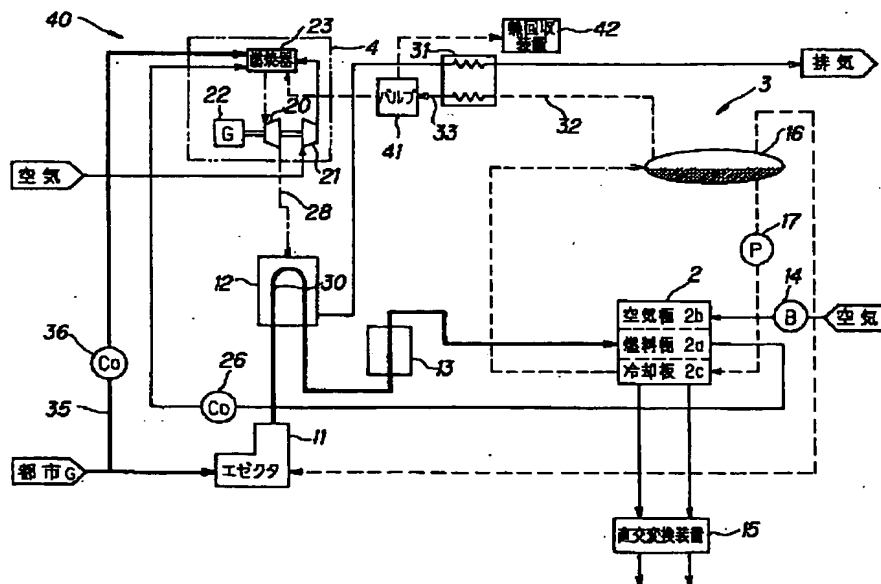
【図2】



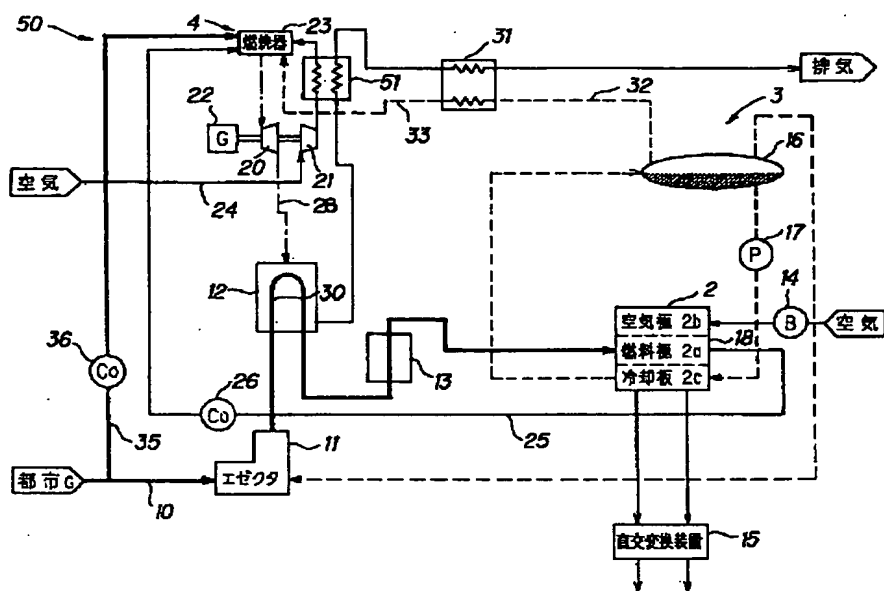
【図4】

		発電端効率 (%)	送電端効率 (%)	蒸気利用	備 考
常 圧 式 複 合 発 電 プ ラ ント		48.4	46.7	ガス タービン発電機 で動力回収	
		49.3	47.4	ガス タービン発電機 で動力回収	蒸気圧力向上
高効率 システム	加 圧 式	47.9	45.3	蒸気タービン で動力回収	試 算 結 果
	従来型常圧式 (MW級)	44.8	42.4	蒸気タービン で動力回収	試 算 結 果
コ ジ エ ネ シ ス テ ム	加 圧 式	44.3	41.3	冷水製造	実 用 機 仕 様
	従来型常圧式 (MW級)	40.0	38.0	冷水製造	
	従来型常圧式 (200kW級)	38.0	36.0	冷水製造	

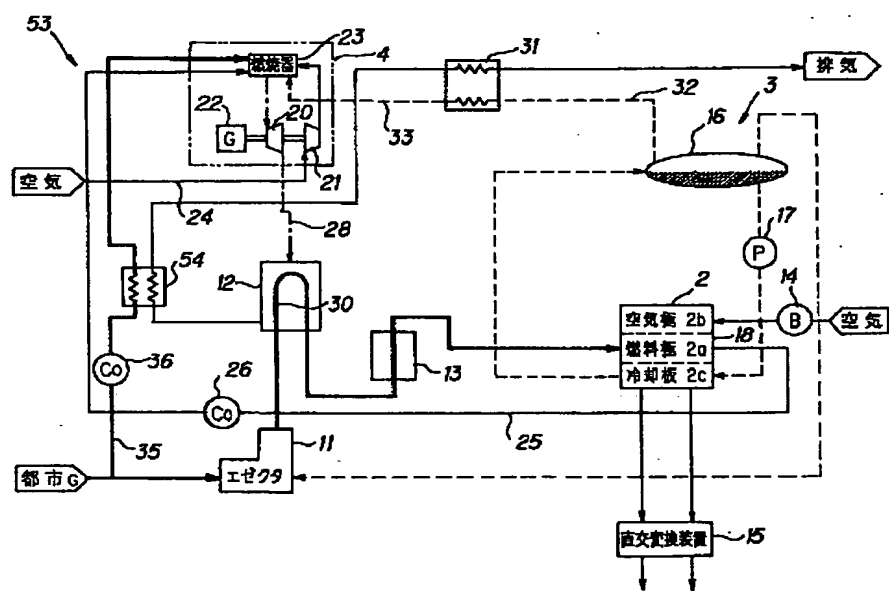
【図5】



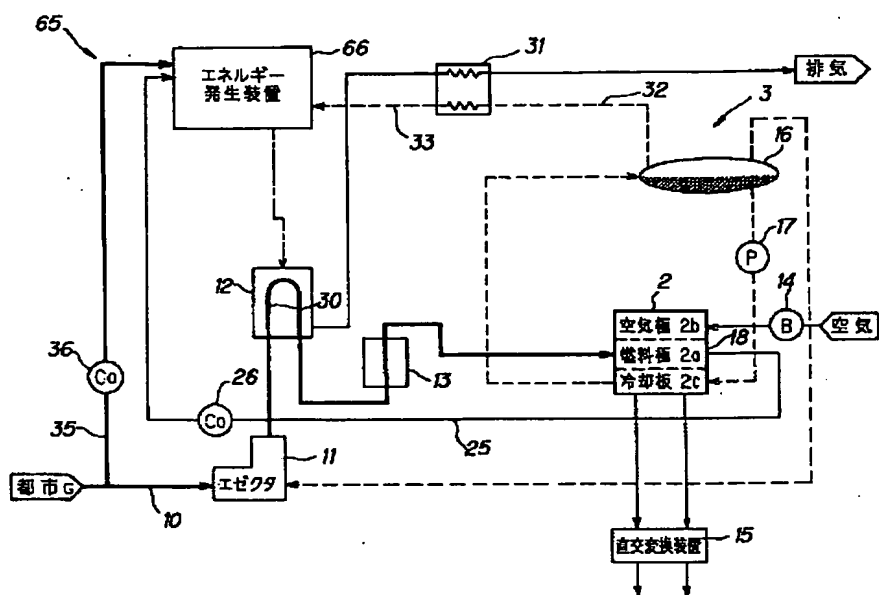
【図6】



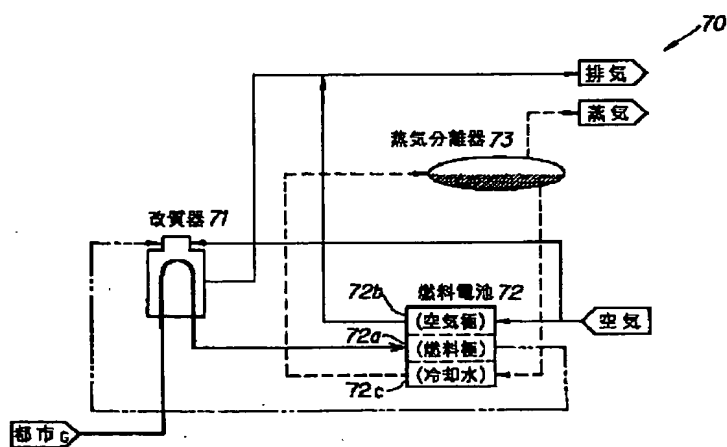
【例7】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁶H01M 8/00
8/06

識別記号

庁内整理番号

FI

H01M 8/06
B63H 21/26

技術表示箇所

G
E

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-012255

(43)Date of publication of application : 16.01.1998

(51)Int.Cl.

H01M 8/04
B63H 20/24
F01K 23/10
F01N 7/00
F02C 7/22
H01M 8/00
H01M 8/06

(21)Application number : 08-155783

(71)Applicant : TOKYO ELECTRIC POWER CO INC:THE
MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 17.06.1996

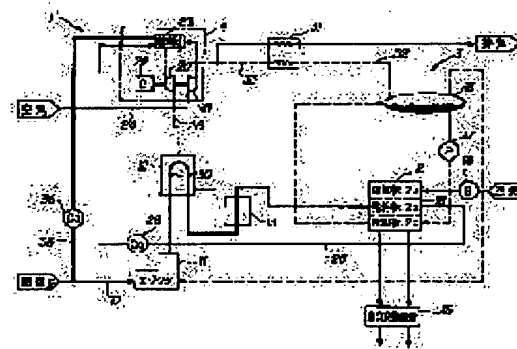
(72)Inventor : OYAMA KIMITO

(54) FUEL CELL GENERATING SYSTEM AND COMPOUND GENERATING PLANT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To rapidly enhance generating efficiency and operating efficiency, operability, etc., of a fuel cell, by effectively utilizing unreacted hydrogen discharged from a fuel cell main unit.

SOLUTION: A fuel cell generating system 1 is provided with a fuel cell main unit 2 having a fuel electrode 2a and an air electrode 2b and a reforming means (120 reformer, 13: carbon monoxide transformer) producing reformed gas by reforming fuel gas 10, in this system, the following improving means is adopted: in a combustor 23, unreacted reformed gas discharged from the fuel electrode 2a, without reaction with air, is burned by air 21 to generate energy. This energy is utilized, a turbine main unit 20 is operated, generation is performed by a generator 22. Combustion gas, generated according to driving of the turbine main unit 20 to decrease a temperature, is fed to the reformer 12 through a discharge gas line 28, to be utilized as a reforming heat source for city gas.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

06.03.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] It has the body of a fuel cell which has a fuel electrode and an air pole, and a refining means to reform fuel gas and to generate reformed gas. In the fuel cell generation-of-electrical-energy system which is made to carry out electrochemical reaction of the reformed gas supplied to said fuel electrode, and the air supplied to said air pole, and generates electrical energy. An energy generation means to burn the unreacted reformed gas discharged from said fuel electrode, without reacting with said air, and to generate energy. It is the fuel cell generation-of-electrical-energy system characterized by having the heat exchange mold refining machine which it has an emission gas supply means to supply the emission gas discharged by said combustion to said refining means, and said refining means carries out heat exchange of said fuel gas and said emission gas, and reforms the fuel gas concerned.

[Claim 2] Said heat exchange mold refining machine is the fuel cell generation-of-electrical-energy system according to claim 1 which has the reformer tube made to generate a refining operation through said fuel gas, and generated said reformer tube with construction material with temperature-proof nature lower than the reformer tube of a combustion mold refining machine.

[Claim 3] It has a refining means to reform the body of a fuel cell and fuel gas which have a fuel electrode and an air pole, and to generate reformed gas. The fuel cell generation-of-electrical-energy system which is made to carry out electrochemical reaction of the reformed gas supplied to said fuel electrode, and the air supplied to said air pole, and generates electrical energy. The gas turbine generator which the unreacted reformed gas discharged from said fuel electrode, without reacting with said air is burned, and generates electrical energy based on the combustion gas. The combined cycle power generation plant characterized by having an emission gas supply means to supply the emission gas discharged by said combustion to said refining means.

[Claim 4] Said refining means is the combined cycle power generation plant [equipped with the heat exchange mold refining machine which is made to carry out heat exchange of said fuel gas and said emission gas, and reforms the fuel gas concerned] according to claim 3.

[Claim 5] The combined cycle power generation plant [equipped with a branching supply means to branch and to supply a part of fuel gas supplied to said refining means to said gas turbine generator] according to claim 4.

[Claim 6] Said body of a fuel cell is the combined-cycle-power-generation plant [equipped with a cooling-water-flow supply means make absorb the heat which supplied cooling water to said cooling plate, and was produced at the time of said electrochemical reaction while having the cooling plate, divides into a steam and water the cooling water heated by the heat absorption, and supply the separated water to a cooling plate again, and a steam supply means supply said separated steam to said gas turbine generator] according to claim 5.

[Claim 7] Said steam supply means is the combined cycle power generation plant [equipped with the heat exchange means which carries out heat exchange of the exhaust gas which was used for the refining operation of said refining machine, and was discharged from the refining machine concerned, and said separated steam, and a heating steam supply means to supply at least the part of the heating steams heated by heat exchange to said gas turbine generator] according to claim 6.

[Claim 8] The turbine body with which said gas turbine generator generates the power energy of a generator and this generator. The compressor which compresses outside air and generates high pressure gas, and said high pressure gas. Burn said unreacted reformed gas, a part of [said / branched] fuel gas, and said steam, and high voltage combustion gas is generated. It has the combustor which this high voltage combustion gas is supplied [combustor] to said turbine body, and makes the turbine body concerned drive. The combined cycle power

generation plant according to claim 7 set up lower [while it is constituted so that the emission gas discharged by actuation of said turbine body may be supplied to said refining means] than the compression ratio of the compressor by which the usual gas turbine generator has the compression ratio of said compressor.

[Claim 9] The combined cycle power generation plant according to claim 8 which set up lower than the fuel utilization rate of the usual body of a fuel cell the fuel utilization rate showing the ratio of the fuel gas supplied to said fuel electrode, and the unreacted reformed gas discharged from said fuel electrode.

[Claim 10] The exhaust gas discharged from said refining machine, and the high pressure gas sent to said combustor from said compressor, It has the unreacted hydrogen gas sent to said combustor from said fuel electrode, and the heat exchange means which carries out heat exchange at least of one side of said a part of branched fuel gas. The high pressure gas and unreacted reformed gas which were heated by heat exchange and claim 7 which sent at least one side of [some] the branched fuel gas to said combustor thru/or a combined cycle power generation plant given [of 9] in any 1 term.

[Claim 11] Claim 7 which sent the emission gas which was equipped with the combustor which burns the emission gas discharged by actuation of said turbine body, and burned with this combustor to said refining machine thru/or a combined cycle power generation plant given [of 10] in any 1 term.

[Claim 12] Claim 3 which prepared the unreacted reformed gas supply line which supplies said unreacted reformed gas to said gas turbine generator from said fuel electrode, and prepared the booster compressor which carries out pressure up of the unreacted reformed gas concerned on this line thru/or a combined cycle power generation plant given [of 11] in any 1 term.

[Claim 13] Said branching supply means is claim 3 equipped with the branching line which branches and connects to said gas turbine generator a part of fuel gas supplied to said refining means, and the booster compressor to which it is prepared on this branching line and pressure up of a part of branched fuel gas concerned is carried out thru/or a combined cycle power generation plant given [of 12] in any 1 term.

[Claim 14] It is the combined cycle power generation plant [equipped with a double wage means to have the recuperator which collects heat energy and carries out warm temperature utilization, and for said heating steam supply means to supply the requirements in the heating steam heated by said heat exchange to said gas turbine generator, and to supply the remaining heating steams to said recuperator] according to claim 7.

[Claim 15] Said body of a fuel cell is [claim 3 which is a body of a phosphoric acid fuel cell thru/or] a combined cycle power generation plant any or given in 1 term among 14.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the fuel cell generation-of-electrical-energy system and combined cycle power generation plant which raised generation efficiency, the employment effectiveness of a fuel cell, etc. substantially, using effectively the unreacted hydrogen especially outputted from the fuel cell generation-of-electrical-energy system with respect to the fuel cell generation-of-electrical-energy system and combined cycle power generation plant which carry out electrochemical reaction of the hydrogen obtained from fuel gas, and the oxygen obtained from air, and generate direct electrical energy.

[0002]

[Description of the Prior Art] A fuel cell generation-of-electrical-energy system is a generation-of-electrical-energy system made to generate direct electrical energy according to the electrochemical reaction of hydrogen and oxygen, and since generation efficiency high with small capacity is acquired and such a fuel cell generation-of-electrical-energy system has an advantage, like there is little effect on the top environment, development is briskly furthered now as a new generation-of-electrical-energy system towards the 21st century.

[0003] By the way, it divides roughly into a fuel cell generation-of-electrical-energy system, and there are a pressure type fuel cell generation-of-electrical-energy system to which pressurize fuel gas (natural gas, LPG, etc.) and air, and they are made to react, and an ordinary pressure type fuel cell generation-of-electrical-energy system to which the fuel gas and air of ordinary pressure are made to react as it.

[0004] By pressurizing fuel gas by the compressor, as mentioned above, and pressurizing air with a turbo compressor further, a pressure type fuel cell generation-of-electrical-energy system makes the electrochemical reaction in the body of a fuel cell perform good, and has the advantage of raising generation efficiency.

[0005] However, since the turbo compressor, the device for the turbo compressor control, etc. were required, system-wide enlargement was caused, and the trouble that control of a turbo compressor was still more difficult was also produced.

[0006] On the other hand, an ordinary pressure type fuel cell generation-of-electrical-energy system does not make fuel gas and air react in the state of ordinary pressure, and since a simple system configuration can be realized without needing devices, such as a turbo compressor, researches and developments towards utilization are furthered in recent years.

[0007] The outline configuration of such an ordinary pressure type fuel cell generation-of-electrical-energy system is shown in drawing 11. According to drawing 11, the town gas supplied from each gas company as fuel gas can be used for the ordinary pressure type fuel cell generation-of-electrical-energy system 70. That is, the town gas supplied to the system is sent to the refining machine 71, refining is carried out, and, as a result, hydrogen gas is generated. The generated hydrogen gas is sent to fuel electrode 72a of the body 72 of a fuel cell (only henceforth a fuel cell). On the other hand, air is sent to air pole 72b of a fuel cell 72 through air blasting Blois etc.

[0008] The hydrogen gas sent to fuel electrode 72a serves as a hydrogen ion by the catalysis of fuel electrode 72a, and the oxygen in the air sent to air pole 72b serves as oxygen ion by the catalysis of air pole 72b. The electrical and electric equipment (direct current) generates this hydrogen ion among two poles while carrying out [be / it / under / electrolyte / passing] electrochemical reaction to oxygen ion by air pole 72b and generating water as a result. By carrying out orthogonal transformation of this generated direct-current electrical and electric equipment with the inverter unit equipped with the inverter etc. which is not illustrated, the

alternating current electrical and electric equipment is generated.

[0009] Not all the hydrogen gas sent to fuel electrode 72a reacts, but while hydrogen gas of 15% - 20% of private contracts of the hydrogen gas supplied to fuel electrode 72a has been unreacted, it is left behind. This unreacted hydrogen gas is used for refining of the refining machine 71 mentioned above by being sent to the refining machine 71 and burning.

[0010] Moreover, absorption cooling of the heat produced at the time of the generation of electrical energy in a fuel cell 72 is carried out by cooling which cooling plate 72c let pass. The cooling water heated by this absorption cooling is sent to a vapor separator 73, and is divided into water and a steam. The separated water is returned to cooling plate 72c, the steam again offered and divided into cooling is sent to the recuperator which is not illustrated, and heat energy is collected.

[0011]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] As mentioned above, the conventional ordinary pressure type fuel cell generation-of-electrical-energy system had the advantages, such as simplicity of a system configuration, compared with the pressure type fuel cell generation-of-electrical-energy system, but on the other hand it had the technical problem that generation efficiency was low compared with a pressure type. For this reason, in order that carrying out generation efficiency more than a pressure type, comparable, or it at least might raise the practicability and profitability of an ordinary pressure type fuel cell generation-of-electrical-energy system, it was desired.

[0012] It sets it as the object to offer the fuel cell generation-of-electrical-energy system and combined cycle power generation plant which made it possible to raise generation efficiency, the operation effectiveness of a fuel cell, operability, etc. by leaps and bounds by having made this invention in view of the situation mentioned above, and using effectively the unreacted hydrogen discharged from the body of a fuel cell.

[0013]

[Means for Solving the Problem] In order to make the above-mentioned object attain, to the combustion temperature of the unreacted reformed gas discharged from the fuel electrode outlet of the body of a fuel cell being about 1250 degrees C, temperature required for refining of a refining machine is about 800-850 degrees C, and this invention person etc. noted that there was a big difference (temperature gap). That is, in the former, since the elevated-temperature combustion energy which unreacted reformed gas has with much trouble was used only for refining of a sufficiently available refining machine even if lower than the temperature, the energy loss for the temperature gap had produced it.

[0014] Then, this invention person etc. burned the unreacted hydrogen gas which has elevated-temperature combustion energy with the gas turbine generator etc., generated electrical energy, and devised the epoch-making power generating plant which hardly produces an energy loss by supplying the exhaust gas which has a temperature region required for refining produced by combustion to a refining machine.

[0015] Moreover, it wrote to carry out heat exchange of the exhaust gas and fuel gas which were sent in the refining operation of a refining machine from not the thing based on combustion but a gas turbine generator etc. of unreacted reformed gas like before, and perform them, the mechanical design of the refining machine itself was made easy, and cost reduction was made possible.

[0016] namely, in a fuel cell generation-of-electrical-energy system according to claim 1 It has the body of a fuel cell which has a fuel electrode and an air pole, and a refining means to reform fuel gas and to generate reformed gas. In the fuel cell generation-of-electrical-energy system which is made to carry out electrochemical reaction of the reformed gas supplied to said fuel electrode, and the air supplied to said air pole, and generates electrical energy An energy generation means to burn the unreacted reformed gas discharged from said fuel electrode, without reacting with said air, and to generate energy, It had an emission gas supply means to supply the emission gas discharged by said combustion to said refining means, and said refining means is equipped with the heat exchange mold refining machine which carries out heat exchange of said fuel gas and said emission gas, and reforms the fuel gas concerned.

[0017] In the fuel cell generation-of-electrical-energy system according to claim 2, said heat exchange mold refining machine has the reformer tube made to generate a refining operation through said fuel gas, and is generating said reformer tube with construction material with temperature-proof nature lower than the reformer tube of a combustion mold refining machine.

[0018] moreover, in a combined cycle power generation plant according to claim 3 It has a refining means to

reform the body of a fuel cell and fuel gas which have a fuel electrode and an air pole, and to generate reformed gas. The fuel cell generation-of-electrical-energy system which is made to carry out electrochemical reaction of the reformed gas supplied to said fuel electrode, and the air supplied to said air pole, and generates electrical energy, The unreacted reformed gas discharged from said fuel electrode, without reacting with said air was burned, and it has an emission gas supply means to supply the gas turbine generator which generates electrical energy based on the combustion gas, and the emission gas discharged by said combustion to said refining means.

[0019] Said refining means is equipped with the heat exchange mold refining machine which is made to carry out heat exchange of said fuel gas and said emission gas, and reforms the fuel gas concerned in the combined cycle power generation plant according to claim 4.

[0020] In the combined cycle power generation plant according to claim 5, it has a branching supply means to branch and to supply a part of fuel gas supplied to said refining means to said gas turbine generator.

[0021] While said body of a fuel cell had the cooling plate in the combined cycle power generation plant according to claim 6, the heat which supplied cooling water to said cooling plate, and was produced at the time of said electrochemical reaction was made to absorb, the cooling water heated by the heat absorption was divided into a steam and water, and it has a cooling-water-flow supply means supply the separated water to a cooling plate again, and a steam supply means supply said separated steam to said gas turbine generator.

[0022] Said steam supply means is equipped with the heat exchange means which carries out heat exchange of the exhaust gas which was used for the refining operation of said refining machine, and was discharged from the refining machine concerned, and said separated steam, and a heating steam supply means to supply at least the part of the heating steams heated by heat exchange to said gas turbine generator, in the combined cycle power generation plant according to claim 7.

[0023] In a combined cycle power generation plant according to claim 8, said gas turbine generator A generator and the turbine body which generates the power energy of this generator, The compressor which compresses outside air and generates high pressure gas, and said high pressure gas, Burn said unreacted reformed gas, a part of [said / branched] fuel gas, and said steam, and high voltage combustion gas is generated. It has the combustor which this high voltage combustion gas is supplied [combustor] to said turbine body, and makes the turbine body concerned drive. While it is constituted so that the emission gas discharged by actuation of said turbine body may be supplied to said refining means, it has set up lower than the compression ratio of the compressor by which the usual gas turbine generator has the compression ratio of said compressor.

[0024] In the combined cycle power generation plant according to claim 9, the fuel utilization rate showing the ratio of the fuel gas supplied to said fuel electrode and the unreacted reformed gas discharged from said fuel electrode is set up lower than the fuel utilization rate of the usual body of a fuel cell.

[0025] The exhaust gas discharged from said refining machine in the combined cycle power generation plant according to claim 10, and the high pressure gas sent to said combustor from said compressor, It has the unreacted hydrogen gas sent to said combustor from said fuel electrode, and the heat exchange means which carries out heat exchange at least of one side of [some] said branched fuel gas. He is trying to send either [at least] the high pressure gas and unreacted reformed gas which were heated by heat exchange, or a part of branched fuel gas to said combustor.

[0026] He has the combustor which burns the emission gas discharged by actuation of said turbine body, and is trying to send the emission gas which burned with this combustor to said refining machine in a combined cycle power generation plant according to claim 11.

[0027] In the combined cycle power generation plant according to claim 12, the unreacted reformed gas supply line which supplies said unreacted reformed gas to said gas turbine generator from said fuel electrode was prepared, and the booster compressor which carries out pressure up of the unconverted gas concerned is prepared on this line.

[0028] Said branching supply means is equipped with the branching line which branches and connects to said gas turbine generator a part of fuel gas supplied to said refining means, and the booster compressor to which it is prepared on this branching line and pressure up of a part of branched fuel gas concerned is carried out in the combined cycle power generation plant according to claim 13.

[0029] In the combined cycle power generation plant according to claim 14, it had the recuperator which collects heat energy and carries out warm temperature utilization, and said heating steam supply means is

equipped with a double wage means to supply the requirements in the heating steam heated by said heat exchange to said gas turbine generator, and to supply the remaining heating steams to said recuperator.

[0030] In a combined cycle power generation plant according to claim 15, said body of a fuel cell is a body of a phosphoric acid fuel cell.

[0031] According to this invention, the unreacted reformed gas discharged from the fuel electrode is sent to energy generation equipment (for example, gas turbine generator), and burns, and energy, such as generation-of-electrical-energy energy, is generated by the combustion gas. And the emission gas discharged as a result of combustion is sent to a refining machine, and is used for the refining operation based on heat exchange with fuel gas.

[0032] Therefore, since it can make the most of the elevated-temperature combustion energy which unreacted hydrogen gas has, the fuel cell generation-of-electrical-energy system and combined cycle power generation plant which have the generation efficiency beyond for example, the conventional pressure type fuel cell generation-of-electrical-energy system etc. can be offered.

[0033]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the operation gestalt of this invention is explained with reference to a drawing.

[0034] (The 1st operation gestalt) The ordinary pressure type fuel cell generation-of-electrical-energy structure of a system concerning this operation gestalt is shown in drawing 1 . According to drawing 1 , the ordinary pressure type fuel cell generation-of-electrical-energy system 1 is equipped with the fuel cell generation-of-electrical-energy section 3 which has the body 2 of a fuel cell (body of a phosphoric acid fuel cell) which used the phosphoric-acid water solution for the electrolyte, and the gas turbine generator 4 which generates electrical energy based on the hydrogen gas discharged from the body 2 of a fuel cell in the unreacted condition, and this system is constituted as a combined cycle power generation plant which compounded the fuel cell generation-of-electrical-energy section 3 and a gas turbine generator 4.

[0035] In the generation of electrical energy by the body 2 of a fuel cell of this operation gestalt, the natural gas (town gas) which considers as fuel gas, for example, is sent by the gas company of the generation-of-electrical-energy system-installation location neighborhood concerned etc. is used. That is, the fuel cell generation-of-electrical-energy section 3 is equipped with the carbon monoxide shift coverter 13 which makes concentration of the carbon monoxide (CO) contained in the hydrogen gas generated with the ejector 11 to which pressure up of the fuel gas (town gas) sent through the gas supply line 10 from the gas company is carried out, the refining machine 12 which reforms the town gas by which pressure up was carried out with this ejector 11, and carries out the generation output of the reformed gas (hydrogen gas), and this refining vessel 12 0.5% or less.

[0036] The hydrogen gas outputted from this carbon monoxide shift coverter 13 is supplied to fuel electrode 2a of the body 2 of a fuel cell. On the other hand, air is supplied to air pole 2b of the body 2 of a fuel cell through air blasting Blois 14.

[0037] The body 2 of a fuel cell carries out the laminating of many cells (it is also called a cel) of the laminated structure equipped with fuel electrode 2a and air pole 2b which were mentioned above, the electrolyte layer which is not illustrated, forms a stack, arranges a majority of this stack, and constitutes the mass cell proper.

[0038] In each cell of the body 2 of a fuel cell of two or more stack structures, as the conventional example described, while the hydrogen ion based on the hydrogen gas generated by fuel electrode 2a and the oxygen ion based on the air generated with air pole 2b carry out electrochemical reaction and water is generated, the direct-current electrical and electric equipment occurs among two poles. Orthogonal transformation is carried out by the inverter unit 15 equipped with the inverter etc., the alternating current electrical and electric equipment is generated, and the generated direct-current electrical and electric equipment is sent to each substation etc.

[0039] Moreover, in the body 2 of a fuel cell of such two or more stack structures, cooling plate 2c is prepared for every two or more stacks (they are usually about 4-7 sheets with the whole fuel cell), and absorption cooling of the heat produced at the time of a generation of electrical energy of the body 2 of a fuel cell is carried out by letting cooling water (this temperature being called cell circulating water temperature) pass to this cooling plate 2c. The cooling water heated by this absorption cooling is sent to a vapor separator 16, and the water separated and divided into water and a steam is returned to cooling plate 2c by the cooling water circulating pump 17.

[0040] By the way, in the electrochemical reaction mentioned above, in order to prevent the corrosion of the body 2 of a fuel cell etc. and to make the stability of the fuel cell itself increase, a certain amount of hydrogen

gas remains, while it has been unreacted. In addition, by the usual body 2 of a fuel cell, the utilization factor U of hydrogen gas (ratio of the inlet-port hydrogen capacity of a fuel electrode and the outlet hydrogen capacity of a fuel electrode) is set as the value ($80 \leq U(\%) \leq 85$) of the usual phosphoric acid fuel cell generation-of-electrical-energy system.

[0041] And the gas turbine generator 4 of this system is constituted so that the combustion temperature discharged from the fuel electrode outlet 18 may generate electrical energy based on the hydrogen gas which is about 1250 degrees C in this unreacted condition.

[0042] namely, -- a gas turbine -- an electric organ -- four -- one -- a ** -- a shaft -- attaching -- having had -- a turbine -- a body -- 20 -- a compressor (compressor) -- 21 -- and -- a generator -- (-- G --) -- 22 -- a turbine -- a body -- 20 -- actuation -- ** -- combustion gas -- generating -- a combustor -- 23 -- having -- **** .

[0043] According to this gas turbine generator 4, a compressor 21 adopts outside air through the air supply line 24, and compresses it. At this time, the compression ratio C of a compressor 21 is set as the value ($3 \text{atg} \leq C \leq 10 \text{atg}$) lower than the usual compression ratio Cn ($10 \text{atg} < Cn \leq 30 \text{atg}$) of a gas turbine generator. The compressed gas is sent to a combustor 23.

[0044] On the other hand, the unreacted hydrogen gas discharged from the fuel electrode outlet 18 is guided through the line 25 for blowdown hydrogen gas, and pressure up is carried out by the booster compressor 26 the middle, and it is sent to the combustor 23 of a gas turbine generator 4. A combustor 23 burns unreacted hydrogen gas, compressed gas, etc. which were sent, generates high voltage combustion gas, and sends this high voltage combustion gas to the turbine body 20.

[0045] The turbine body 20 is driven based on the sent high voltage combustion gas, power is generated, a generator 22 drives with this power, and a generation of electrical energy is performed.

[0046] For the combustion gas which occurs with actuation of the turbine body 20, as mentioned above, the compression ratio C of a compressor 21 is the usual compression ratio Cn. Since it is a low value, it has the temperature of about 800-850 degrees C, and has become temperature required for refining of the refining machine 12. This combustion gas (emission gas) is sent to the refining machine 12 through the blowdown gas line 28.

[0047] By having two or more reformer tubes 30 of the predetermined length who has a reforming catalyst inside, and letting the town gas sent from the ejector 11 pass in this reformer tube 30, the refining machine 12 is constituted so that it may reform by the catalysis.

[0048] And the refining machine 12 of this operation gestalt is performing it by carrying out heat exchange of the emission gas supplied to the refining machine 12 interior from the gas turbine generator 4, and the town gas which flows a reformer tube 30 rather than performs the temperature rise of the town gas in the reformer tube 30 required for generating of the refining operation mentioned above by combustion of unreacted hydrogen gas like before.

[0049] The emission gas used for refining in the refining machine 12 is sent to a heat exchanger 31. On the other hand, the steam separated by the vapor separator 16 is sent to the heat exchanger 31 through the steam supply line 32, and heat exchange is performed between the steams concerned and emission gas.

[0050] As shown in drawing 1 , the hot steam which collected heat energy from emission gas by heat exchange is sent to the combustor 23 of a gas turbine generator 4 through the steam supply line 33, and is used as assistant ** energy in the combustor 23 of the gas turbine generator 4 concerned.

[0051] Moreover, in this configuration, as shown in drawing 1 , the branching line 35 which branches from the gas supply line 10 and connects the gas supply line 10 and the combustor 23 of a gas turbine generator 4 concerned is formed, a booster compressor 36 is installed on this branching line 35, and it is constituted so that some supplied fuels (town gas) may be sent to the combustor 23 of a gas turbine generator 4.

[0052] That is, the part of the town gas supplied through the gas supply line 10 branches through the branching line 35, pressure up of it is carried out through a booster compressor 36, it is supplied to the combustor 23 of a gas turbine generator 4, and is used for the assistant ** energy in the combustor 23 of the gas turbine generator 4 concerned.

[0053] Next, an operation of the ordinary pressure type fuel cell generation-of-electrical-energy system of this configuration is explained.

[0054] According to this configuration, among the town gas supplied through the gas supply line 10, refining of the specified quantity is sent and carried out to the refining machine 12, and it is sent to fuel electrode 2a of the

body 2 of a fuel cell as hydrogen gas through a carbon monoxide shift coverter 13. Moreover, the remaining town gas is sent to a gas turbine generator 4 through the branching line 35 and a booster compressor 36.

[0055] In the body 2 of a fuel cell, the direct-current electrical and electric equipment is generated by the electrochemical reaction of the hydrogen gas sent to fuel electrode 2a, and the air sent to air pole 2b through Blois 14, and it is outputted as alternating current electrical and electric equipment through an inverter unit 15.

[0056] Since the unreacted hydrogen discharged from fuel electrode 2a of the body 2 of a fuel cell at this time has about 1250-degree C elevated-temperature heat energy by combustion, it generated electricity by having driven the gas turbine generator 4, mainly using the elevated-temperature field of this heat energy, and uses the remaining temperature fields (about 800 degrees C - 850 degrees C) for refining of the refining machine 12.

[0057] Namely, the unreacted hydrogen gas sent from the fuel electrode outlet 18 in the gas turbine generator 4, The compressed gas sent from the compressor 21, the town gas sent through the branching line 35 as assistant ** energy, And the steam of the quality of high sent through a heat exchanger 31 and the steam supply lines 32 and 33 from the vapor separator 16 as assistant ** energy burns with a combustor 23, and the power energy for turbine body 20 actuation is generated. The turbine body 20 drives based on this power energy, and a generation of electrical energy is performed by the generator (G).

[0058] And the combustion gas which occurred with actuation of the turbine body 20 is discharged by the refining machine 12 through the blowdown gas line 28. Since emission gas has heat energy with a sufficient temperature [for a refining operation of the refining machine 12] of about 800-850 degrees C at this time, heat exchange is carried out between the town gas sent to the refining machine 12 concerned. Consequently, refining of the town gas is carried out.

[0059] Heat exchange of the emission gas used for refining is carried out to the steam mentioned above through the heat exchanger 31, and after heat energy is collected further, it is exhausted.

[0060] Here, the energy balance of the fuel cell generation-of-electrical-energy system 1 of this configuration at the time of making the total amount (energy) of town gas into 100% is shown in drawing 2 .

[0061] According to drawing 2 , 65% in town gas (100%) is supplied to the fuel cell generation-of-electrical-energy section 3 (in drawing 2 , it is written as FC), and 35% is supplied to the steam turbine generator 4 (in drawing 2 , it is written as T/G). Based on this town gas (65%), 28.9% of electrical energy is obtained at the direct-current edge (DC edge) of the fuel cell generation-of-electrical-energy section 3, and 27.9% of electrical energy is hereafter obtained 28.0% by the sending end output (sending end AC) of the fuel cell generation-of-electrical-energy section 3 by the generating end ac output (beginning AC) of the fuel cell generation-of-electrical-energy section 3. In addition, INV loss is loss in the inverter (INV) of an inverter unit 15, and auxiliary machinery loss is loss of the auxiliary machinery part which is not illustrated.

[0062] On the other hand, from the fuel electrode outlet 18, 18.9% is outputted as unreacted hydrogen gas (fuel electrode off-gas) among the energy (100%) of town gas, and this unreacted hydrogen gas is sent to the gas turbine generator 4 (refer to (1) in drawing), and 32.3% of the whole steam is sent to the gas turbine generator 4 from the vapor separator 16 (refer to (2) in drawing).

[0063] And in a gas turbine generator 4, a generation of electrical energy is performed based on 35% of town gas mentioned above, 18.9% of fuel electrode off-gas, and 32.3% of steam, and 19.0% of electrical energy is obtained by the steam turbine generator generating end (T/G beginning) at 20.4% of electrical energy, and the steam turbine generator sending end (T/G sending end). In addition, air Comp power is the power energy of the compressor 21 of a gas turbine generator 4.

[0064] Moreover, the exhaust gas (T/G exhaust gas) of 15.5% of gas turbine generator 4 is sent to the refining machine 12 of the fuel cell generation-of-electrical-energy section 3 (refer to (3) in drawing).

[0065] While raising the generation efficiency of a gas turbine generator 4 to the maximum from the fuel electrode outlet 18 using the energy which the steam sent from the energy and the vapor separator 16 which the discharged unreacted hydrogen gas (fuel electrode off-gas) has has according to drawing 2 , it turns out that the generation efficiency of the fuel cell generation-of-electrical-energy section 3 is raised to the maximum using the energy which the emission gas sent from the gas turbine generator 4 has.

[0066] That is, with this operation gestalt, since the elevated-temperature heat energy whose combustion temperature which the unreacted hydrogen discharged from fuel electrode 2a has is about 1250 degrees C is used very efficiently with a generation of electrical energy, refining, and heat exchange, the whole generation efficiency can be raised by leaps and bounds.

[0067] While the value of parameters, such as a cell circulating water temperature set as drawing 3 here in the fuel cell generation-of-electrical-energy system 1 of this configuration and combustor 23 outlet exhaust gas temperature, is shown, the gross thermal efficiency acquired by the system which has the parameter value, net thermal efficiency, etc. are shown. In addition, as for the inside A of drawing 3, in the configuration of drawing 1, the fuel cell generation-of-electrical-energy system and B based on the configuration of drawing 1 make the number of sheets of cooling plate 2c in the body 2 of a fuel cell increase, and make a cell circulating water temperature high (cell temperature is not changed), and the system which raised the generating steam pressure in a vapor separator 16, and C show the system which raised each parameter value in the configuration of drawing 1 to the maximum extent, respectively. In addition, S/C in drawing 3 is the mole ratio of the steam pair carbon in an ejector 11.

[0068] According to drawing 3, in the system of A, it turns out that about 46.7% of net thermal efficiency and about 48.4% of gross thermal efficiency are acquired, and about 47.4% of net thermal efficiency and about 49.3% of gross thermal efficiency are acquired in the system of B. Moreover, in the system of C, it turns out that about 47.8% of net thermal efficiency and about 49.5% of gross thermal efficiency are acquired.

[0069] Then, the result of having compared with the conventional-type pressure type fuel cell generation-of-electrical-energy system and the conventional-type ordinary pressure type fuel cell generation-of-electrical-energy system the generation efficiency acquired by the fuel cell generation-of-electrical-energy system A of the inside shown in drawing 3 and the fuel cell generation-of-electrical-energy system B is shown in drawing 4. In addition, as a conventional-type pressure type fuel cell generation-of-electrical-energy system and a conventional-type ordinary pressure type fuel cell generation-of-electrical-energy system, (1) cogeneration system (type which uses for chilled water manufacture the steam generated by the vapor separator), and (2) efficient system (type which carries out power recovery with a steam turbine from the steam generated by the vapor separator) are mentioned, and (2) must cool a turbine outlet steam and it needs a lot of cooling water.

[0070] According to drawing 4, it turns out that the generation efficiency of the fuel cell generation-of-electrical-energy system (ordinary pressure type combined cycle power generation plant) of this configuration is improving more nearly substantially than the generation efficiency of the conventional cogeneration system, and it is improving more nearly substantially than the generation efficiency of the efficient system by which power is collected from a steam and high generation-of-electrical-energy increase in efficiency is present in drawing 4 further.

[0071] As explained in full detail above, according to the ordinary pressure type fuel cell generation-of-electrical-energy system of this operation gestalt, 48 - 49% of generation efficiency substantially beyond a conventional-type pressure type fuel cell generation-of-electrical-energy system or a conventional-type ordinary pressure type fuel cell generation-of-electrical-energy system can be acquired. And this generation efficiency is equal to the newest efficient thermal power station (about 49% of generation efficiency), and can raise the engine performance and practicability of an ordinary pressure type fuel cell generation-of-electrical-energy system by leaps and bounds.

[0072] Since especially the ordinary pressure type fuel cell generation-of-electrical-energy system of this configuration is applied to the ordinary pressure type phosphoric acid fuel cell with which current dependability, the generation-of-electrical-energy engine performance, etc. are being verified, it is what has dramatically high implementability.

[0073] Moreover, according to the fuel cell generation-of-electrical-energy system of this configuration, the gas turbine generator is used and the cost (about about 200,000 - 300,000 yen/(kW)) and the installation tooth space (about 0.05m² / kW extent) per kW of this gas turbine generator are lower than cost and an installation tooth space per kW of a fuel cell. Therefore, this system incorporating a gas turbine generator can reduce cost and an installation tooth space rather than a phosphoric acid fuel cell generation-of-electrical-energy system simple substance (target cost: about 100,000 yen [// kW] and installation tooth-space: 0.07-0.15m² / kW extent).

[0074] Furthermore, according to the fuel cell generation-of-electrical-energy system of this configuration, compared with the conventional ordinary pressure type phosphoric acid fuel cell generation-of-electrical-energy system, an operating characteristic improves by the following reason. That is, in the conventional ordinary pressure type phosphoric acid fuel cell generation-of-electrical-energy system, with the ejector, although conveyed, pains were taken over the pressure allocation design by the fuel processor, and fuel gas (natural gas, town gas, etc.) was in it, in order to realize proper flow rate allocation within the body of a fuel cell (stack),

pressure up / since there are not sufficient allowances for the pressure-up force.

[0075] For example, in the conventional ordinary pressure type phosphoric acid fuel cell generation-of-electrical-energy system, the output pressure of an ejector was "0.0x Atmospheric-pressure extent", and since it is atmospheric pressure, unless the pressure loss produced through system components, such as a body of a fuel cell in the meantime and a heat exchanger, is less than the differential pressure of the above-mentioned atmospheric pressure and output pressure, in order not to employ the pressure of exhaust gas as a system, it had to pay great attention to management of an ejector.

[0076] however, since the booster compressor was installed on the line for blowdown hydrogen gas which connects a fuel electrode outlet and the combustor of a gas turbine generator, or the branching line according to the fuel cell generation-of-electrical-energy system of this configuration, even if the pressure-up capacity of an ejector falls somewhat, it will be compensated with the suction force of a booster compressor, and operability can be boiled markedly and can be raised.

[0077] And according to the fuel cell generation-of-electrical-energy system of this configuration, compared with the conventional phosphoric acid fuel cell generation-of-electrical-energy system, operation stability improves by the following reason.

[0078] That is, according to the conventional phosphoric acid fuel cell generation-of-electrical-energy system, the unreacted hydrogen gas discharged from the body of a fuel cell for the improvement in generation efficiency is controlled by the minimal dose required for combustion with a refining vessel. That is, in the conventional phosphoric acid fuel cell generation-of-electrical-energy system, the fuel utilization rate U is set as " $80 \leq U(\%) \leq 85$ " extent, and the hydrogen gas near the outlet of a fuel cell body is operated in the quite thin condition. However, if generation efficiency is maintainable, to improve the stability of the body of a fuel cell is desired by decreasing a fuel utilization rate U (for example, " $U = \text{about } 70\%$ "), and making the concentration of hydrogen gas increase.

[0079] According to this point and the fuel cell generation-of-electrical-energy system of this configuration, even if it decreases a fuel utilization rate U (for example, " $U = \text{about } 70\%$ "), it becomes possible to make the body of a fuel cell operate stably, with synthetic generation efficiency maintained by [which correspond the fuel gas sent to a gas turbine generator through a branching line to that percentage reduction] carrying out part reduction and making the amount of supply to the body of a fuel cell of fuel gas increase.

[0080] Moreover, according to this configuration, since some of steams and fuels were constituted possible [supply] in the steam turbine generator, the heating value of the emission gas sent to a refining machine can be increased. Therefore, since the heating value of emission gas increases with combustion of a steam or fuel gas when not fulfilling the heating value which needs for the heat exchange operation in a refining machine the heating value of the emission gas sent to a refining machine from a steam turbine generator, a good refining operation is maintainable. In addition, the supply to some steam turbine generators of a steam and a fuel is also omissible, if electrical energy occurs efficiently based on unreacted hydrogen gas and the emission gas of a required heating value is sent to a refining machine.

[0081] Furthermore, according to the fuel cell generation-of-electrical-energy system of this configuration, since the upper limit is restrained from the thermal resistance of a turbine blade, turbine inlet temperature set the compression ratio C as ($3\text{atg} \leq C \leq 10\text{atg}$), and has set the temperature of the gas turbine outlet gas supplied to a refining machine as about 800-850 degrees C required for refining. That is, it becomes possible to set the compression ratio of the compressor of a gas turbine generator as a value lower than the usual compression ratio C_n ($10\text{atg} < C_n \leq 30\text{atg}$). Generally, in the gas turbine, it is indispensable to raise turbine inlet temperature as much as possible, and to lower turbine outlet temperature as much as possible because of that improvement in effectiveness, and for this reason, if it is an efficient gas turbine, it has the compressor of a a certain forge-fire high compression ratio. And in order to have designed and manufactured the gas turbine generator equipped with the compressor which has such a high compression ratio, advanced engineering and a manufacturing technology are required and had become the part quantity cost.

[0082] However, according to the gas turbine generator of this configuration, it is unnecessary, and the gas turbine generator which has the compressor set as the compression ratio C lower than the usual compression ratio ($3\text{atg} \leq C \leq 10\text{atg}$) is designed, and the efficient gas turbine generator mentioned above should just manufacture it. Therefore, the design of the compressor itself and a gas turbine generator and a fabrication become easy, and design / fabrication cost decreases.

[0083] And since the steam separated by the vapor separator is used as assistant ** energy of a gas turbine generator according to the fuel cell generation-of-electrical-energy system of this configuration, electric heat double wage (cogeneration) facilities like before can be reduced, and system-wide costs and installation tooth spaces can be reduced. Moreover, in the case where an electric heat double wage is not performed, since it becomes unnecessary to put side by side the fuel cell generation-of-electrical-energy system concerned near the heat need point, the selection range of a system installation point is expandable.

[0084] On the other hand, since the heat exchange mold refining machine to which heat exchange of the emission gas and fuel gas (town gas) which were discharged from the steam turbine generator is carried out, and refining of the fuel gas is carried out is used according to this configuration, compared with the case where the conventional combustion mold refining machine is used, it has the following advantages.

[0085] That is, with the heat exchange mold refining vessel of this configuration, since it is not necessary to prepare the conventional combustion section which was required of the combustion mold refining machine, combustion space, etc., compared with the conventional combustion mold refining machine, the magnitude can be dramatically used as a compact.

[0086] Especially, with the refining vessel of this configuration, it is reforming according to a heat transfer operation of the sent emission gas, and since a certain forge-fire effectiveness will become good if such a heat transfer operation has the compact magnitude of the whole refining machine, both improvement in miniaturization and the heat transfer engine performance is realizable.

[0087] Moreover, with the conventional combustion mold refining vessel, since it is reforming using the combustion gas by combustion of unreacted hydrogen gas, the combustion gas becomes an elevated temperature (for example, about 1300 degrees C) dramatically. Therefore, in the conventional combustion mold refining machine, piping of the high high-class construction material of temperature-proof nature had to be used as a reformer tube.

[0088] However, since it is reforming according to the heat exchange operation between the emission gas of fixed temperature (for example, about 850 degrees C) required for refining, and town gas (and catalyst), it is not necessary to use piping of the high high-class construction material of temperature-proof nature, and excels in the heat exchange mold refining machine of this configuration dramatically in the field of cost. Moreover, since hot combustion gas is not used, endurance also improves compared with the former.

[0089] Furthermore, with the conventional combustion mold refining vessel, although the refining operation was generated by the radiant heat transfer based on combustion gas, at the radiant heat transfer by such combustion gas, the temperature of each reformer tube became an ununiformity and there was a possibility that the conversion ratio (methane conversion ratio) of a fuel might get worse. However, according to the heat exchange mold refining machine of this configuration, since it is reforming with the heat transfer of emission gas, the temperature of each reformer tube can be raised to homogeneity. For this reason, it becomes easy to set up the conversion ratio (methane conversion ratio) of a fuel highly.

[0090] And with the conventional combustion mold refining vessel, since the temperature distribution in the reformer tube based on combustion gas become an ununiformity dramatically as mentioned above, a part of combustion gas becomes an elevated temperature dramatically. Therefore, the heat insulation cap (ceramic cap) is provided in the part which the hot combustion gas in the reformer tube concerned contacts so that a direct reformer tube may contact such hot combustion gas and a pain [catalyst / in a reformer tube / gas or the catalyst] may not be felt for it. However, with the heat exchange mold refining vessel of this configuration, since it is not necessary to prepare the heat insulation cap which such very hot combustion gas did not generate and was mentioned above since it was reforming according to a heat exchange operation, components cost can be decreased.

[0091] In addition, with this operation gestalt, although the hot steam which collected heat energy from emission gas by heat exchange was used as assistant ** energy of a gas turbine generator 4 by heat exchange equipment 31, some steams can also be used for an electric heat double wage (cogeneration), without supplying no steams separated by the vapor separator 16 to a gas turbine generator 4. That is, according to this ordinary pressure type fuel cell generation-of-electrical-energy system 40, as shown in drawing 5, a bulb 41 can be formed on the steam supply line 32 which connects a heat exchanger 31 and the combustor 23 of a gas turbine generator 4, and one side can also constitute the steam separated by the vapor separator 16 to a combustor 23 through a bulb 41 so that another side may supply recuperator 42. Thus, if constituted, the sent steam will be

recovered by recuperator 42 as heat energy, and will be used for various kinds of heat utilization devices, such as warm water for heating.

[0092] That is, according to this configuration, the steam of the quality of high separated by the vapor separator 16 can be used also for a heat double wage, and moreover, it can realize, without a generation of electrical energy and the combination function of a heat double wage changing a system configuration (only adding a bulb 41). Moreover, it is also possible by controlling drawing of a bulb 41 to change continuously the water vapor content sent to recuperator 42.

[0093] Then, the modification of the fuel cell generation-of-electrical-energy system shown in drawing 1 is shown in drawing 6. According to this fuel cell generation-of-electrical-energy system 50, as shown in drawing 6, the heat exchanger 51 to which heat exchange of the compressed gas sent to the combustor 23 by the compressor 21 of a gas turbine generator 4 and the emission gas sent to the heat exchanger 31 from the refining machine 12 is carried out is provided. In addition, since other configurations are the configurations and abbreviation EQCs of drawing 1, the explanation is omitted.

[0094] Thus, if constituted, since the compressed gas sent to a combustor 23 is heated through a heat exchanger 51, the energy of the high voltage combustion gas generated with a combustor 23 by the heat energy which the heating compressed gas has will increase. Therefore, the power energy of the turbine body 20 can increase and the generation efficiency of a gas turbine generator 4 and the whole system can be raised.

[0095] Furthermore, the modification of the fuel cell generation-of-electrical-energy system shown in drawing 1 is shown in drawing 7 and drawing 8. According to the fuel cell generation-of-electrical-energy system 53 shown in drawing 7, the heat exchanger 54 to which heat exchange of the town gas sent to the combustor 23 of a gas turbine generator 4 through the branching line 35 and the emission gas sent to the heat exchanger 31 from the refining machine 12 is carried out is formed. Moreover, as a similar modification, according to the fuel cell generation-of-electrical-energy system 55 shown in drawing 8, it was discharged from the fuel electrode outlet 18, and the heat exchanger 56 to which heat exchange of the unreacted hydrogen gas sent to the combustor 23 of a gas turbine generator 4 through the line 25 for blowdown hydrogen gas and the emission gas sent to the heat exchanger 31 from the refining machine 12 is carried out is formed. In addition, since other configurations are the configurations and abbreviation EQCs of drawing 1, the explanation is omitted.

[0096] Thus, if constituted, since the town gas or unreacted hydrogen gas sent to a combustor 23 will be heated through a heat exchanger 54 or 56, the energy of the high voltage combustion gas generated with a combustor 23 by the heat energy which the heating town gas or heating unreacted hydrogen gas has increases. Therefore, the power energy of the turbine body 20 can increase and the generation efficiency of a gas turbine generator 4 and the whole system can be raised.

[0097] The modification of the fuel cell generation-of-electrical-energy system shown in drawing 1 is shown in drawing 9 further again. According to the fuel cell generation-of-electrical-energy system 60 shown in drawing 9, the combustor 61 which burns and sends the emission gas which was discharged from the turbine body 20 and guided through the blowdown gas line 28 to the refining machine 12 in the middle of the blowdown gas line 28 is formed. The combustion energy of this combustor 61 may supply the reformed gas (hydrogen gas) by which refining was carried out with the refining vessel 12 through the reformed gas supply line 62, as shown in drawing 9, and it may supply direct fuel gas (town gas). In addition, since other configurations are the configurations and abbreviation EQCs of drawing 1, the explanation is omitted.

[0098] The temperature of the emission gas with which the configuration of this drawing 9 was discharged from the turbine body 20 is applied when not fulfilling temperature (about 800 degrees C - 850 degrees C) required for a refining operation of the refining machine 12. That is, even if it is the case where the temperature of the emission gas discharged from the turbine body 20 does not fulfill about 800 degrees C - the above-mentioned 850 degrees C according to this configuration, that emission gas burns through a combustor 61 once, and since it is sent to the refining machine 12 after carrying out a temperature rise to the temperature exceeding about 800 degrees C - above-mentioned 850 degrees C or the above-mentioned range of those, a good refining operation is acquired.

[0099] In addition, it combines mutually and naturally each configuration of drawing 5 - drawing 9 mentioned above can also be realized.

[0100] Moreover, according to this operation gestalt, after carrying out heat exchange of the steam separated by the vapor separator to the exhaust gas of a refining machine, the gas turbine generator was supplied, but this

invention is not limited to this and can also supply a steam to a direct gas turbine generator.

[0101] Furthermore, in the fuel cell generation-of-electrical-energy system of this configuration, other energy generation equipments, such as heat energy, can also be used, using not a power generating plant like a gas turbine generator but the unreacted hydrogen gas.

[0102] That is, the ordinary pressure type fuel cell generation-of-electrical-energy system 65 shown in drawing 10 has formed energy generation equipment 66 instead of the gas turbine generator 4. In addition, since other configurations are the configurations and abbreviation EQCs of drawing 1, the explanation is omitted.

[0103] This energy generation equipment 66 burns the steam supplied through the unreacted hydrogen gas and steam supply line 33 mentioned above, the town gas sent through a branching line, for example, generates power energy, and generates energy, such as electrical energy, from this power energy. And it is constituted so that the exhaust gas (800 degrees C - 850 degrees C) obtained as a result of the combustion may be sent to the refining machine 12. Thus, although it will decrease since system-wide generation efficiency serves as only a body of a fuel cell if constituted, on the other hand, other energy can be generated and the energy can be used effectively. Moreover, since a heat exchange mold refining machine can be used, various advantages by using a heat exchange mold refining machine mentioned above are enjoyable.

[0104] In addition, although the refining machine was used as the heat exchange mold refining machine with this operation gestalt, naturally it is also possible to use the conventional combustion mold refining machine.

[0105] Moreover, although this operation gestalt explained the case where this invention was applied to an ordinary pressure type phosphoric acid fuel cell generation-of-electrical-energy system, this invention is not limited to this and can be applied also about various kinds of fuel cell generation-of-electrical-energy systems, such as an ordinary pressure type fused carbonate fuel cell generation-of-electrical-energy system and an ordinary pressure type solid oxide fuel cell generation-of-electrical-energy system.

[0106]

[Effect of the Invention] Since the elevated-temperature combustion energy which the unreacted reformed gas discharged from the body of a fuel cell has can be used for electrical energy, a refining operation, etc. the maximum and efficiently according to the fuel cell generation-of-electrical-energy system and combined cycle power generation plant of this invention as stated above, the generation efficiency substantially beyond a conventional-type pressure type fuel cell generation-of-electrical-energy system or a conventional-type ordinary pressure type fuel cell generation-of-electrical-energy system can be acquired. Consequently, the engine performance and practicability of a fuel cell generation-of-electrical-energy system can be raised by leaps and bounds.

[0107] Moreover, since the fuel cell generation-of-electrical-energy system and combined cycle power generation plant of this invention can be applied to an ordinary pressure type phosphoric acid fuel cell, implementability serves as a very high system.

[0108] Furthermore, according to the combined cycle power generation plant using the gas turbine generator of this invention, since cost and an installation tooth space can be reduced, for example rather than a phosphoric acid fuel cell generation-of-electrical-energy system simple substance, it becomes the plant where practicability is dramatically high.

[0109] Since a booster compressor can be especially prepared on an unreacted reformed gas supply line or a branching line according to the combined cycle power generation plant of this invention, even if the pressure-up capacity of the whole system declines, it can compensate with a booster compressor, and the operability of a system improves.

[0110] Moreover, even if it reduces the fuel utilization rate of the body of a fuel cell rather than the utilization factor of the usual body of a fuel cell, a system can be made to operate stably by reducing the amount of branching of fuel gas corresponding to a part for the lowering according to the combined cycle power generation plant of this invention, with generation efficiency maintained.

[0111] On the other hand, since the heat exchange mold refining machine to which heat exchange of the emission gas and fuel gas which were discharged from the steam turbine generator (energy generation equipment) is carried out, and refining of the fuel gas is carried out can be used according to the fuel cell generation-of-electrical-energy system and combined cycle power generation plant of this invention, compared with the conventional combustion mold refining machine, it can design in a compact dramatically. Moreover, since a temperature-proof nature design is eased, a design becomes easy, and reduction of a manufacturing cost,

improvement in endurance, etc. can be realized.

[Translation done.]

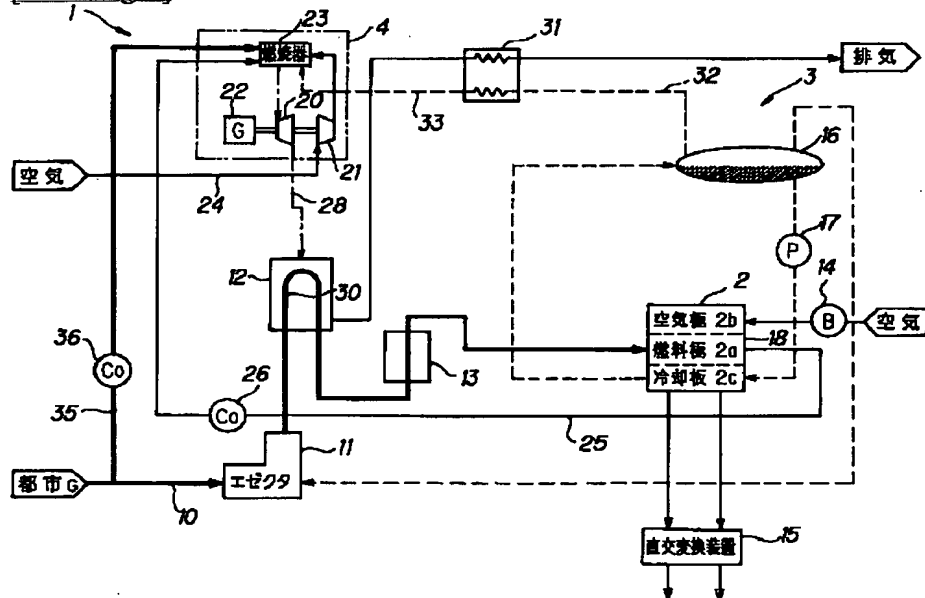
* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

[Drawing 1]

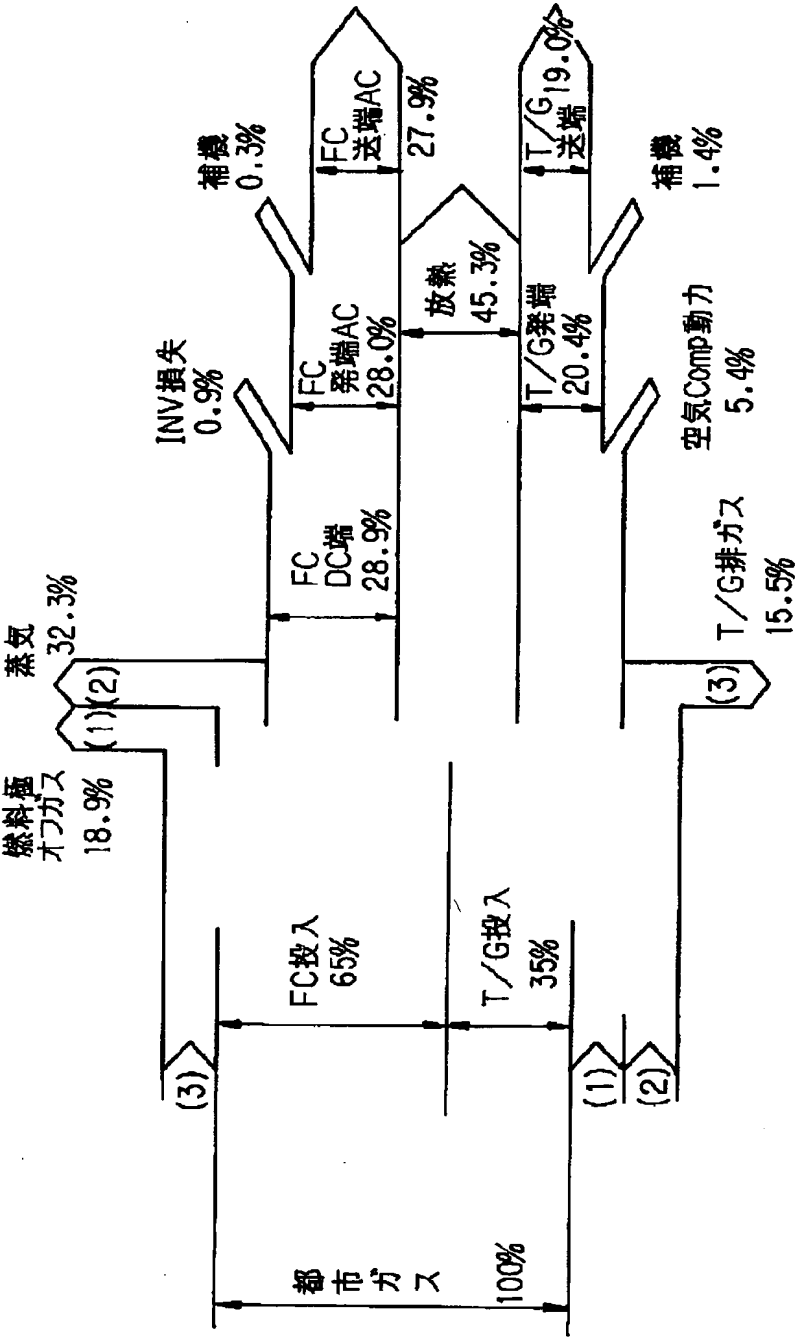


[Drawing 3]

	燃料電池 温度	燃料電池出口 ガス温度	燃料 利用率	空気 利用率	S/C	改質器 排ガス温度	セル 電圧	送電端 電力	電池出力 (DC)	タービン 出力	発電端 出力	送電端 効率
単位	℃	℃	%	%		℃	mV	kW	kW	kW	kW	%
A	170	1250	80	60	2.5	520	663	728	450	319	755	46.7
B	180	1250	80	60	2.5	520	673	759	457	347	790	47.4
C	180	1300	82.5	60	2.5	542	672	818	470	392	849	47.8

	燃料電池 効率	タービン 効率	発電端 効率	総機 出力	投入ガス 流量
単位	%	%	%	kW	mol/s
A	43.1	30.6	48.4	27	1.54
B	43.8	33.2	49.3	30.4	1.58
C	45.1	32.8	49.5	31	1.69

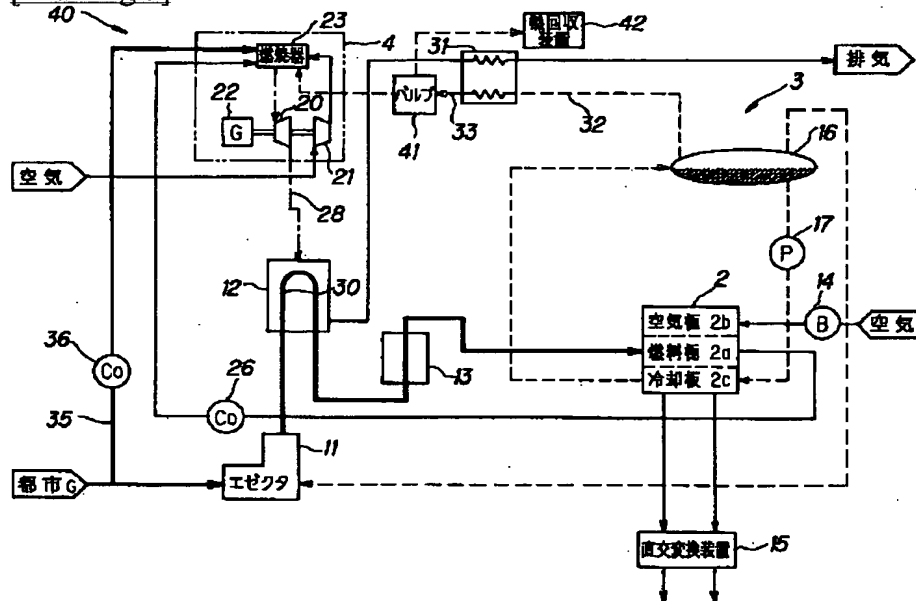
[Drawing 2]



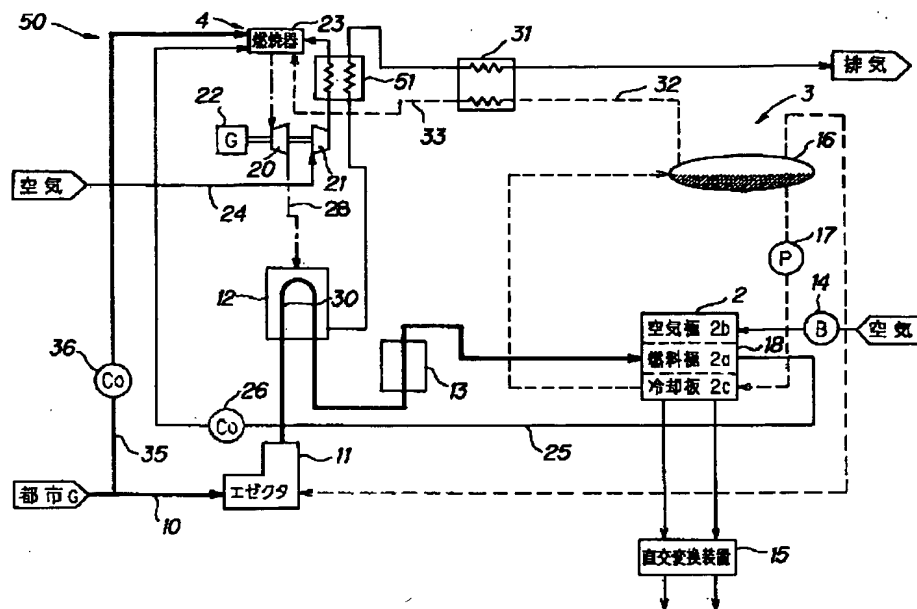
[Drawing 4]

		発電効率率 (%)	送電効率率 (%)	蒸気利用	備 考
常 圧 式 複 合 発 電 プ ラ ン ト		48.4	46.7	ガス タービン発電機 で動力回収	
		49.3	47.4	ガス タービン発電機 で動力回収	蒸気圧力向上
高効率 システム	加 圧 式	47.9	45.3	蒸気タービン で動力回収	試 算 結 果
	従来型常圧式 (M.W級)	44.8	42.4	蒸気タービン で動力回収	試 算 結 果
コ ジ エ ネ シ ス テ ム	加 圧 式	44.3	41.3	冷水製造	実 用 機 仕 様
	従来型常圧式 (M.W級)	40.0	38.0	冷水製造	
	従来型常圧式 (200kW級)	38.0	36.0	冷水製造	

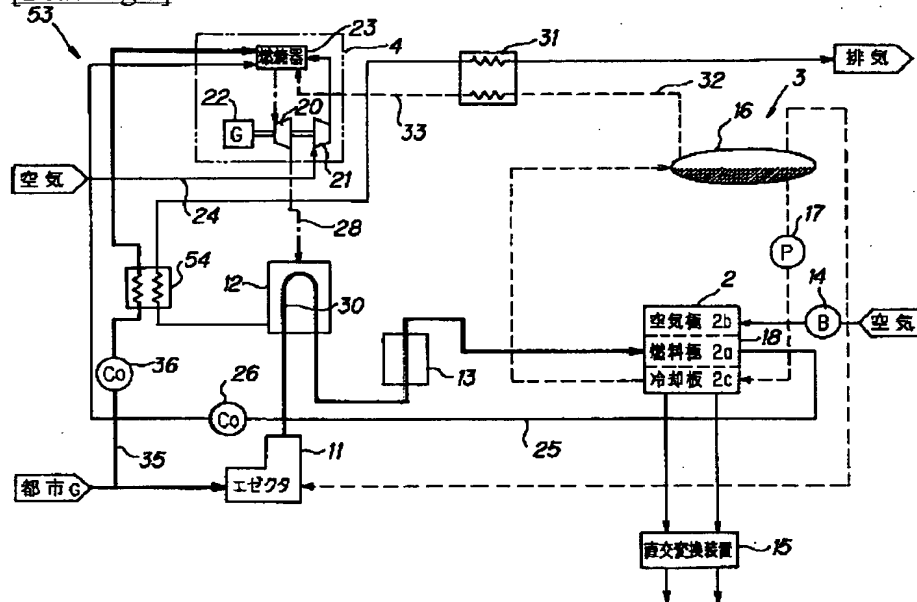
[Drawing 5]



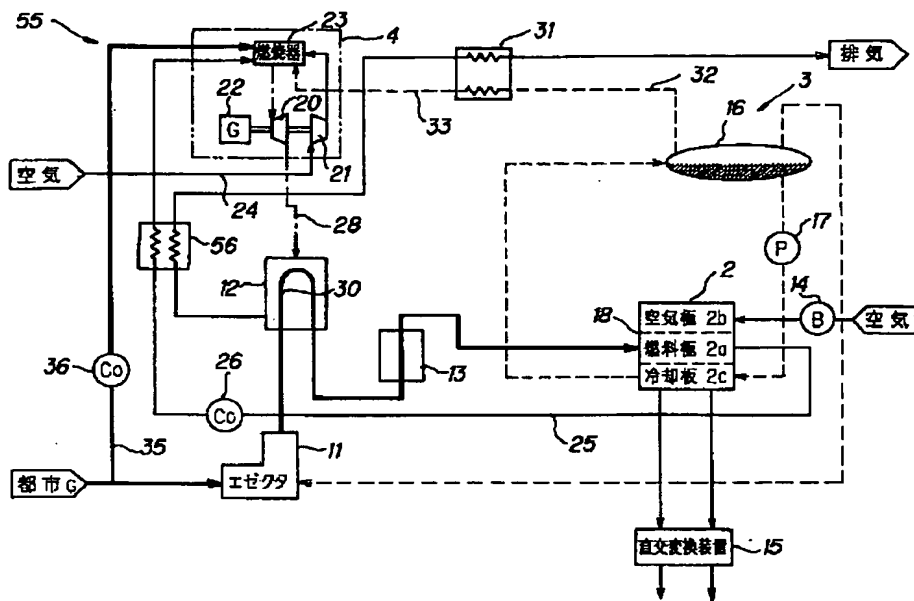
[Drawing 6]



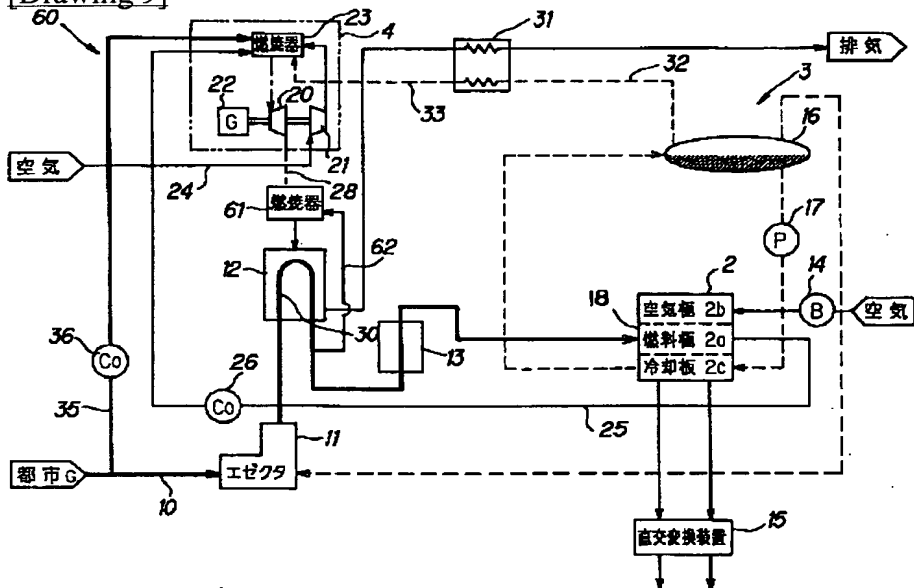
[Drawing 7]



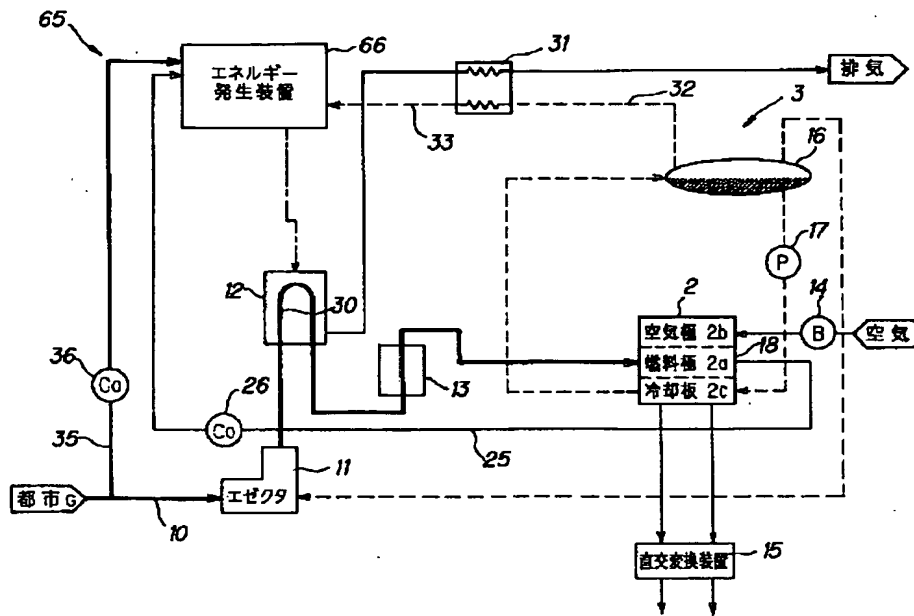
[Drawing 8]



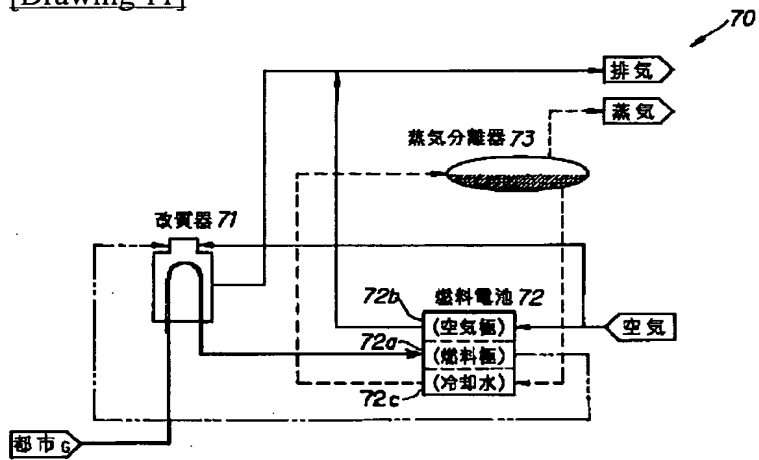
[Drawing 9]



[Drawing 10]



[Drawing 11]



[Translation done.]

This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images
problems checked, please do not report the
problems to the IFW Image Problem Mailbox**